

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 10 - 154659

(43)公開日 平成 10 年 (1998) 6 月 9 日

(51)Int. Cl.

H01L 21/027

G03F 7/207

識別記号

庁内整理番号

F I

H01L 21/30

518

G03F 7/207

H

H01L 21/30

516

B

526

B

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L 外国語出願 (全 120 頁)

(21)出願番号 特願平 9 - 274812

(22)出願日 平成 9 年 (1997) 10 月 7 日

(31)優先権主張番号 727695

(32)優先日 1996 年 10 月 7 日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72)発明者 諏訪 恭一

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内

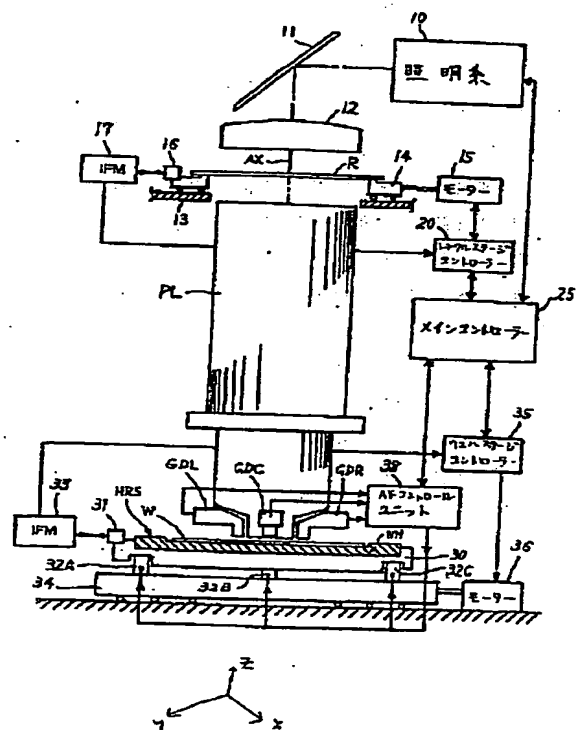
(74)代理人 弁理士 社本 一夫 (外 5 名)

(54)【発明の名称】 リソグラフィーアライナー、製造装置、または検査装置用の焦点及びチルト調節システム

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 通常の投影光学系と比較してワーキングディスタンスを減少させる投影光学系が組み入れられても、高精度に焦点合わせ及びチルト制御を行う。

【解決手段】 焦点合わせ装置は、第 1 の位置に検出領域を備えた第 1 の検出系、第 2 の位置に検出領域を備えた第 2 の検出系、及び第 3 の位置に検出領域を備えた第 3 の検出系を備える。第 1 の位置、第 2 の位置、第 3 の位置は対物レンズ光学系の視野の外側に設けられ第 1、第 2 の位置、第 3 の位置は間隔がけられる。第 1 の焦点位置と目標焦点位置との間のずれを計算し第 1 の検出系による検出のときに、第 2 の焦点位置を一時的に記憶する。第 1 の検出系の検出領域に対応する被加工物上の領域が被加工物と対物レンズ光学系との相対移動によって対物レンズ光学系の視野に位置決めされたとき、コントローラが、計算されたずれと記憶された第 2 の焦点位置と第 3 の焦点位置とに基づいて焦点合わせを制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スキャニング露光装置であって、

(a) マスクのパターンの像を結像視野で基板上に投影するための結像系と、

(b) 前記結像系に対してスキャニング方向に前記マスク及び前記基板を移動させるためのスキャニング機構と、

(c) 前記基板上に投影される像の焦点を調節するための調節系と、

(d) 第 1 の位置に検出領域を備えた第 1 の検出系とを備えており、前記第 1 の位置は、前記結像系の前記結像視野の外側に設けられ、前記結像視野から前記スキャニング方向に間隔をあけて設けられており、前記第 1 の検出系は、前記基板の表面の Z 方向の位置を検出し、前記スキャニング露光装置は、また、

(e) 第 2 の位置に検出領域を備えた第 2 の検出系を備えており、前記第 2 の位置は、前記結像系の前記結像視野の外側に設けられ、前記第 1 の位置から前記スキャニング方向と交差する方向に間隔をあけて設けられており、前記第 2 の検出系は、前記基板の表面の Z 方向の位置を検出し、

前記スキャニング露光装置は、また、

(f) 第 3 の位置に検出領域を備えた第 3 の検出系を備えており、前記第 3 の位置は、前記結像系の前記結像視野の外側に設けられ、前記結像視野から前記スキャニング方向と交差する方向に間隔をあけて設けられており、また、前記第 3 の位置は、前記第 2 の位置から前記スキャニング方向に間隔をあけて設けられており、前記第 3 の検出系は、前記基板の表面の Z 方向の位置を検出し、前記スキャニング露光装置は、また、

(g) 前記第 1 の検出系と前記第 2 の検出系とに連結され、前記第 1 の検出系によって検出された前記第 1 の Z 位置と目標 Z 位置との間のずれを計算し、前記第 1 の検出系による検出のときに、前記第 2 の検出系によって検出された前記第 2 の Z 位置を記憶する計算器と、

(h) 前記調節系と前記計算器と前記第 3 の検出系とに連結されたコントローラとを備えており、前記第 1 の検出系の前記検出領域に対応する前記基板上の前記領域が、前記スキャニング機構の移動によって前記結像系の結像視野に位置したとき、前記コントローラは、前記計算されたずれと、前記記憶された第 2 の Z 位置と、前記第 3 の検出系によって検出された前記第 3 の Z 位置と、に基づいて前記調節系を制御することを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のスキャニング露光装置において、

前記スキャニング機構は、前記マスクを保持するためのマスクステージと、前記基板を保持するための基板ステージと、前記結像系の投影倍率に対応する速度比で、前記マスクステージと前記基板ステージとを移動させるた

めの同期駆動系とを備えていることを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載のスキャニング露光装置において、

前記基板ステージは、前記基板の裏面を引きつけるための吸引部と、前記基板が前記吸引部に支持されたとき、前記基板の表面とほぼ等しい高さで前記基板を囲む補助プレート部とを備えていることを特徴とするスキャニング露光装置。

10 【請求項 4】 請求項 3 に記載のスキャニング露光装置において、

前記マスクのパターンによって露光される前記基板のショット領域が、前記基板の周辺部にあるときに、前記第 2 の検出系と前記第 3 の検出系は、前記検出領域のうち少なくとも 1 つの検出領域によって前記補助プレート部の表面の Z 方向における位置を検出できるように配置されていることを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載のスキャニング露光装置において、

20 前記第 1 の検出系は、該第 1 の検出系に関する所定の基準 Z 位置に対する前記基板の表面の Z 方向位置誤差値、及び、該第 1 の検出系に関する所定の基準 Z 位置に対する前記補助プレート部の Z 方向位置誤差値の一方を発生し、

前記第 2 の検出系は、該第 2 の検出系に関する所定の基準 Z 位置に対する前記基板の表面の Z 方向位置誤差値、及び、該第 2 の検出系に関する所定の基準 Z 位置に対する前記補助プレート部の Z 方向位置誤差値の一方を発生し、

30 前記第 3 の検出系は、該第 3 の検出系に関する所定の基準 Z 位置に対する前記基板の表面の Z 方向位置誤差値、及び、該第 3 の検出系に関する所定の基準 Z 位置に対する前記補助プレート部の Z 方向位置誤差値の一方を発生することを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載のスキャニング露光装置において、

前記第 1 の検出系に関する前記所定の基準 Z 位置と、前記第 2 の検出系に関する前記所定の基準 Z 位置と、前記第 3 の検出系とに関する前記所定の基準 Z 位置とが、互いに異なっている場合に、

前記所定の基準 Z 位置の間の差異が、校正によって検出されることを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 7】 請求項 4 に記載のスキャニング露光装置において、

前記基板のスキャニング方向が Y 方向である場合で、また、前記 Y 方向及び前記 Z 方向の各々に直交する方向が X 方向である場合に、前記第 1 の検出系は、複数の検出領域を有するマルチポイントタイプの第 1 の焦点検出器を備えており、前記複数の検出領域は、前記結像系の結像視野の前記 X 方向におけるサイズの範囲にわたって、

前記基板上で、前記X方向に沿って一列になっていることを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載のスキャニング露光装置において、

前記第 2 の検出系は、複数の第 2 の焦点検出器を備えており、前記第 2 焦点検出器は、前記マルチポイントタイプの第 1 の焦点検出器の、一列となっている前記複数の検出領域のうち前記X方向における両側に検出領域を備えており、前記第 2 の焦点検出器の各々は、前記検出領域の各々で、前記基板及び前記補助プレート部の一方の前記表面のZ方向位置を個々に検出することを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のスキャニング露光装置において、

前記第 3 の検出系は、複数の第 3 の焦点検出器を備えており、前記第 3 焦点検出器は、前記投影系の前記結像視野の前記X方向における両側に設けられており、前記第 3 の焦点検出器の各々は、前記検出領域の各々で、前記基板及び前記補助プレート部の一方の前記表面のZ方向位置を個々に検出することを特徴とするスキャニング露光装置。

【請求項 10】 投影露光装置であって、

(a) マスクパターンの像を投影視野で基板に投影するための結像系と、

(b) X方向及びY方向に交差する方向に移動して、前記投影されたマスクパターン像に関して前記基板を位置決めするための可動ステージ機構と、

(c) 前記基板上に投影されるマスクパターン像の焦点を調節するための調節機構と、

(d) 第 1 の位置に検出領域を備えた第 1 の検出系とを備えており、前記第 1 の位置は、前記結像系の前記投影視野の外側に設けられ、前記投影視野から前記Y方向に間隔をあけて設けられており、前記第 1 の検出系は、前記基板の表面のZ方向の位置を検出しており、前記投影露光装置は、また、

(e) 第 2 の位置に検出領域を備えた第 2 の検出系を備えており、前記第 2 の位置は、前記結像系の前記投影視野の外側に設けられ、前記第 1 の位置から前記X方向に間隔をあけて設けられており、前記第 2 の検出系は、前記基板の表面のZ方向の位置を検出しており、前記投影露光装置は、また、

(f) 第 3 の位置に検出領域を備えた第 3 の検出系を備えており、前記第 3 の位置は、前記結像系の前記投影視野の外側に設けられ、前記投影視野から前記X方向に間隔をあけて設けられており、また、前記第 3 の位置は、前記第 2 の位置から前記Y方向に間隔をあけて設けられており、前記第 3 の検出系は、前記基板の表面のZ方向の位置を検出しており、

前記投影露光装置は、また、

(g) 前記第 1 の検出系と前記第 2 の検出系とに連結さ

れ、前記第 1 の検出系によって検出された前記第 1 のZ位置と目標Z位置との間のずれを計算し、前記第 1 の検出系による検出のときに、前記第 2 の検出系によって検出された前記第 2 のZ位置を記憶するための計算器と、

(h) 前記調節機構と前記計算器と前記第 3 の検出系とに連結されたコントローラとを備えており、前記第 1 の検出系の前記検出領域に対応する前記基板の前記領域が、前記可動ステージ機構によって前記結像系の前記投影視野に位置するときに、前記コントローラは、前記計算されたずれと、前記記憶された第 2 のZ位置と、前記第 3 の検出系によって検出された前記第 3 のZ位置と、に基づいて前記調節機構を制御することを特徴とする投影露光装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の投影露光装置において、

前記第 1 の検出系は、複数の検出領域を有する複数の第 1 の焦点検出器を備えており、前記複数の検出領域は、前記結像系の投影視野の前記X方向におけるサイズに応じた範囲で、前記X方向に沿って一列になっており、前記第 1 の焦点検出器の各々は、前記検出領域の各々で、前記基板の表面のZ位置を個々に検出することを特徴とする投影露光装置。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の投影露光装置において、

前記第 2 の検出系は、2つの第 2 の焦点検出器を備えており、前記2つの第 2 の焦点検出器は、前記第 1 の検出系の、一列となっている前記複数の検出領域の両側に配置された2つの検出領域を備えており、前記第 2 の焦点検出器の各々は、前記2つの検出領域の各々で、前記基板の表面のZ位置を個々に検出することを特徴とする投影露光装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の投影露光装置において、

前記第 3 の検出系は、2つの第 3 の焦点検出器を備えており、前記2つの第 3 の焦点検出器は、前記結像系の前記投影視野の前記X方向における両側に配置されており、前記第 3 の焦点検出器の各々は、前記2つの検出領域の各々で、前記基板の表面のZ位置を個々に検出することを特徴とする投影露光装置。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の投影露光装置において、

前記可動ステージ機構は、前記基板の裏面を引きつけるための取付部と、前記基板が前記取付部に支持されたとき、前記基板の表面と実質的に等しい高さで前記基板を囲む補助プレート部とを備えており、前記補助プレート部の表面は、前記2つの第 2 の焦点検出器のうちの1つと、前記2つの第 3 の焦点検出器のうちの1つとによって検出されることを特徴とする投影露光装置。

【請求項 15】 投影系を通してマスクのパターンの一部を感光性基板に投影し、前記投影系の投影視野に対し

て前記マスクと前記感光性基板とを移動させることによって、前記マスクのパターンを前記感光性基板に転写するスキヤニング露光方法であって、前記方法は、

(a) 前記感光性基板の表面の高さと実質的に等しい高さで前記感光性基板を囲む補助プレート部を有するホルダーに、前記感光性基板を取り付けるステップと、

(b) 前記マスクパターンの一部が投影される前記感光性基板の露光領域の焦点誤差を読み取るステップとを備えており、前記ホルダーと前記感光性基板とをスキヤニング移動させる間で、前記露光領域が前記投影系の投影視野に達する前に、前記露光領域の前記焦点誤差が読み取られるようになっており、

前記方法は、また、

(c) 前記感光性基板上の露光領域が前記投影視野に達するときに、前記スキヤニング移動方向に直交する方向に前記投影系の投影視野から離れて配置された露光位置用の焦点検出系によって、前記感光性基板及び前記補助プレート部の一方の一部の表面の焦点誤差を検出するステップと、

(d) 前記ステップ(b)及び(c)によって検出された前記焦点誤差に基づいて、前記投影系と前記感光性基板との間で焦点を調節するステップとを備えており、それによって、前記感光性基板上での露光領域の焦点誤差が、前記投影系の投影視野で補正されることを特徴とするスキヤニング露光方法。

【請求項16】 請求項15に記載のスキヤニング露光方法において、

前記方法は投影アライナーに適用されており、前記投影アライナーは投影系を有しており、前記投影系は、前記基板の表面に対して20mmまたはそれ以下の有効作動距離を備えていることを特徴とするスキヤニング露光方法。

【請求項17】 請求項15に記載のスキヤニング露光方法において、

前記方法は、液浸式の投影露光装置に適用されており、前記液浸式の投影露光装置において、前記感光性基板と、前記投影光学系の像面側に配置された透明な光学素子との間で、投影光路を含む空間が、液体で満たされていることを特徴とするスキヤニング露光方法。

【請求項18】 請求項17に記載のスキヤニング露光方法において、

前記投影光学系は、前記感光性基板と前記投影光学系の前記透明な光学素子との間の液体の厚さが2mmまたはそれ以下となるような作動距離を備えていることを特徴とするスキヤニング露光方法。

【請求項19】 請求項15に記載のスキヤニング露光方法において、

前記方法は、スキヤニング露光装置に適用されており、前記スキヤニング露光装置は、反射屈折投影系を有しており、前記反射屈折投影系は、屈折用の光学素子と反射

用の光学素子とを有しており、前記スキヤニング露光装置において、透明な光学素子が像面側に配置されていることを特徴とするスキヤニング露光方法。

【請求項20】 請求項19に記載のスキヤニング露光方法において、

前記像面側に配置された前記透明な光学素子は、プリズムミラーとなっており、前記プリズムミラーは、前記感光性基板の表面に実質的に平行な射出表面を備えていることを特徴とするスキヤニング露光方法。

10 【請求項21】 被加工物の表面と対物レンズ光学系との間で焦点合わせを制御できるように、前記対物レンズ光学系を有する装置に設けられた焦点合わせ装置であって、前記焦点合わせ装置は、

(a) 第1の位置に検出領域を備えた第1の検出系を備えており、前記第1の位置は、前記対物レンズ光学系の視野の外側に設けられており、前記第1の検出系は、前記被加工物の表面の前記焦点合わせ方向の位置を検出しており、

前記焦点合わせ装置は、また、

20 (b) 第2の位置に検出領域を備えた第2の検出系を備えており、前記第2の位置は、前記対物レンズ光学系の視野の外側に設けられ、前記第1の位置から間隔をあけて設けられており、前記第2の検出系は、前記被加工物の表面の前記焦点合わせ方向の位置を検出しており、前記焦点合わせ装置は、また、

(c) 第3の位置に検出領域を備えた第3の検出系を備えており、前記第3の位置は、前記対物レンズ光学系の視野の外側に設けられ、前記第1の位置及び前記第2の位置の各々から間隔をあけて設けられており、前記第3の検出系は、前記被加工物の表面の前記焦点合わせ方向の位置を検出しており、

前記焦点合わせ装置は、また、

(d) 前記第1の検出系と前記第2の検出系とに連結され、前記第1の検出系によって検出された前記第1の焦点位置と目標焦点位置との間のずれを計算し、前記第1の検出系による検出のときに、前記第2の検出系によって検出された前記第2の焦点位置を記憶するための計算器と、

40 (e) 前記計算器と前記第3の検出系とに連結されたコントローラとを備えており、前記第1の検出系の前記検出領域に対応する前記被加工物上の前記領域が、前記被加工物と前記対物レンズ光学系との相対移動によって前記対物レンズ光学系の視野に位置決めするとき、前記コントローラは、前記計算されたずれと、前記記憶された第2の焦点位置と、前記第3の検出系によって検出された前記第3の焦点位置と、に基づいて、前記被加工物の前記表面上での前記対物レンズ光学系の焦点合わせを制御することを特徴とする焦点合わせ装置。

【請求項22】 被加工物と対物レンズ光学系の視野とがX方向とY方向に互いに対して移動するとき、前記被

加工物の表面での前記対物レンズ光学系の焦点合わせを制御する方法であって、前記方法は、

(a) 前記被加工物の表面の高さと実質的に等しい高さで前記被加工物を囲む補助プレート部を有するホルダーに前記被加工物を取り付けるステップと、

(b) 前記ホルダーと前記被加工物とを所定の移動方向に移動させる間で、前記被加工物の所定の局所的な部分が前記対物レンズ光学系の視野に達する前に、前記被加工物の表面の前記局所的な部分の焦点誤差を読み取るステップとを備えており、

前記方法は、また、

(c) 前記被加工物の前記局所的な部分が前記視野に達するときに、前記移動方向に直交する方向に前記対物レンズ光学系の視野から離れて配置された第 1 の焦点検出系によって、前記被加工物及び前記補助プレート部の一方の一部の表面の焦点誤差を検出するステップと、

(d) 前記ステップ (b) 及び (c) によって検出された前記焦点誤差に基づいて、前記対物レンズ光学系と前記被加工物との間で焦点合わせを制御し、それによって、前記被加工物の局所的な部分の焦点誤差が、前記対物レンズ光学系の視野で補正されることを特徴とする方法。

【請求項 23】 請求項 22 に記載の方法において、前記方法は、斜入射光タイプの焦点検出器の検出ビームが前記対物レンズ光学系の真下で前記被加工物の表面に斜めに導かれないようにわずかな有効作動距離を有する、製造用の計測器、リソグラフィ露光装置、描画装置、及び検査装置の少なくとも 1 つに適用されることを特徴とする方法。

【請求項 24】 光学的な結像系と、該光学的な結像系と感光性基板との間の空間にある液体とを通して、マスクパターン像を感光性基板に投影するための投影露光装置であって、前記投影露光装置は、

前記結像系の複数の光学素子を保持するアセンブリを備えており、前記アセンブリの少なくとも一端部が前記液体に浸されており、

前記投影露光装置は、また、

前記アセンブリの前記端部に取り付けられ、前記基板に対向し前記液体に接触する末端表面を有する末端光学素子を備えており、

前記末端光学素子の前記末端表面と、前記アセンブリの前記端部の表面とが、互いに対して実質的に同一平面となっており、それによって、前記液体の流れの妨害を阻止することを特徴とする投影露光装置。

【請求項 25】 投影系を採用し、半導体ウェハに成型部を加工する方法であって、

(a) 前記半導体ウェハをホルダーに取り付けるステップを備えており、前記ホルダーは、周辺部に垂直に設けられた壁部を備えており、これにより、前記ウェハの表面と前記投影系との間が液浸状態となるように前記ウェ

ハ上に液体層を形成することができ、

前記方法は、また、

(b) 前記投影系の像面に沿って前記ホルダーをスキャンし、これにより、前記投影系と前記液体層とを通して前記ウェハに成型部パターン像を投影することによってスキャン露光を行うスキャンステップと、

(c) 焦点検出系を使用することによって、前記ウェハの表面と前記投影系の像面との間の焦点誤差及びチルト誤差のうちの少なくとも一方を前記スキャンステップの間に補正するステップとを備えており、前記焦点検出系は、前記投影系の像面の外側に配置された複数の焦点検出ポイントを備えていることを特徴とする方法。

【請求項 26】 請求項 25 に記載の方法において、前記投影系は、0.5 マイクロメートルよりも小さい解像度を備えていることを特徴とする方法。

【請求項 27】 マスクのパターンを結像系を通して基板に転写するためのスキャン露光方法であって、前記スキャン露光方法は、

第 1 の検出領域を備えた第 1 の検出系を提供するステップを備えており、前記第 1 の検出領域は、前記結像系の結像視野の外側に設けられていると共に、前記結像視野からスキャン方向に間隔をあけて設けられており、前記第 1 の検出系は、前記基板の表面の、前記結像系の光軸方向における位置を検出しており、

前記スキャン露光方法は、また、

第 2 の検出領域を備えた第 2 の検出系を提供するステップを備えており、前記第 2 の検出領域は、前記結像系の結像視野の外側に設けられていると共に、前記第 1 の検出領域から前記スキャン方向と交差する方向に間隔をあけて設けられており、前記第 2 の検出系は、前記基板の表面の前記光軸方向における位置を検出しており、前記スキャン露光方法は、また、

第 3 の検出領域を備えた第 3 の検出系を提供するステップを備えており、前記第 3 の検出領域は、前記結像系の結像視野の外側に設けられていると共に、前記結像視野から前記スキャン方向と交差する方向に間隔をあけて設けられ、さらに、前記第 2 の検出領域から前記スキャン方向に間隔をあけて設けられており、前記第 3 の検出系は、前記基板の表面の位置と目標位置との間の、前記光軸方向におけるずれを検出しており、

前記スキャン露光方法は、また、

前記基板の露光の間に、前記第 1 の検出系の検出結果と前記第 2 の検出系の検出結果とに基づいて、前記第 3 の検出系の目標位置を決定するステップと、

前記基板の露光の間に、前記第 1 の検出系の検出結果と前記第 2 の検出系の検出結果と前記第 3 の検出系の検出結果とに基づいて、前記基板の表面と前記結像系の像面との間の位置関係を調節するステップとを備えていることを特徴とするスキャン露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、半導体の製造に関し、特に、回路パターンを、マスクまたはレチクルから感光基板に転写するためのリソグラフィー露光装置（アライナー）に関する。

【0002】本願発明は、また、被加工物、すなわちワークピース（ウェハ、基板、またはプレートなど）上の焦点を検出するための、また、前記被加工物のチルト（すなわち、傾斜）を検出するためのシステム（系）に関する。当該システムは、レーザーや電子ビームを使用して、被加工物を製造または被加工物の表面に所望のパターンを結像するための装置や被加工物の表面の状態を光学的に検査するための装置のようなある種類の装置に適用できる。

【0003】

【従来の技術】近年、集積密度64メガビットを有するダイナミック・ランダム・アクセス・メモリの半導体チップ（DRAMs）が、半導体製造技術によって大量生産されている。そのような半導体チップは、半導体ウェハを露光して回路パターンを結像し、これによって、例えば、10層あるいはそれ以上の層の回路パターンを重ね合わせ形成することによって、製造されている。

【0004】一方、現在、そのようなチップの製造に使用されるリソグラフィー装置は、投影用のアライナーである。その投影用のアライナーにおいては、レチクル（または、マスクプレート）上のクロム層に描かれた回路パターンが、水銀灯のi線（波長365nm）やKrFエキシマレーザーからの248nmの波長を有するパルス光で、前記レチクルを照射することによって、4分の1または5分の1に縮小する縮小光学結像系（すなわち、縮小投影光学系）を通して、ウェハ表面のレジスト層に転写される。

【0005】この目的のために使用される投影露光装置（投影用のアライナー）は、結像光学系のタイプに応じて、ステップアンドリピート方式を利用するもの（すなわち、いわゆるステッパー）と、最近注目を受けているステップアンドスキャン方式を利用したもの（概ねグループ分けされている）。

【0006】ステップアンドリピート方式においては、工程が繰り返される。すなわち、その工程においては、ウェハがステップング方法である程度移動することにより、レチクルのパターン像が、縮小投影レンズ系または単一の倍率の投影レンズ系を使用することによって、ウェハの一部に投影される。前記縮小投影レンズ系は、屈折用の光学材料（レンズ素子）のみから形成されており、円形の像視野を備えている。単一の倍率の投影レンズ系は、屈折用の光学材料（レンズ素子）、プリズムミラー、及び凹面鏡から形成されており、非円形の像視野を備えている。前記像視野によって、ウェハやプレートのショット領域がパターン像に露出される。

【0007】ステップアンドスキャン方式においては、ウェハは、（例えば、円弧状のスリットの形状の）レチクルの回路パターンの一部の像に露光される。レチクルの回路パターンの一部の像は、投影光学系を通してウェハに投影される。同時に、レチクルとウェハは、連続的に、一定の速度で且つ投影倍率に応じた速度比で移動する。したがって、スキャニング方法では、ウェハ上の1つのショット領域が、レチクル上の全回路パターン像に露光される。

10 【0008】例えば、「オプティカル／レーザー・マイクロリソグラフィー（Optical/Laser Microlithography）（1988）のSPIE Vol. 922の256ページないし269ページに記述されているように、ステップアンドスキャン方式は、ウェハ上の1つのショット領域がスキャンされ露光された後、ウェハは1ステップ移動し、隣のショット領域が露光されるように構成され、また、投影光学系の有効像視野が円弧状のスリットに制限されるように構成されている。また、投影光学系は、（Shaferに付与された）米国特許第4,747,678に開示されているもののよう

20 30 40 【0009】（Nishiに付与された）米国特許は、アライナーの一例を開示している。このアライナーにおいては、ステップアンドスキャン方式が、円形の像視野を有するステッパー用の縮小投影レンズを取り付けることによって、実行されている。この米国公報は、また、スキャニング露光のときに投影されるパターン像が、所定量だけウェハ上の焦点深度（DOF）を増加させることによって、ウェハに転写される方法を開示している。

【0010】リソグラフィー技術の分野においては、光りによる露光により、1ギガまたは4ギガ程度の集積密度及び精度を有する半導体メモリチップを製造できることが望ましい。光りにより露光する技術は長い技術的歴史を有しており、大量に蓄積されたノウハウに基づいていることから、光りにより露光する技術を継続して使用することが便利である。また、他の代替りの電子ビームによる露光技術やX線技術の問題点を考慮すると、光りにより露光する技術を使用することが効果的である。

40 【0011】1ギガのメモリチップに関しては、最小のライン幅（形状幅）を、約0.18μm（マイクロメートル）にする必要があると考えられている。一方、4ギガのメモリチップに関しては、最小のライン幅（形状幅）を、約0.13μm（マイクロメートル）にする必要があると考えられている。そのようなライン幅を達成するためには、200nmあるいはそれより短い波長を有する遠紫外線、例えば、ArFエキシマレーザーによって生じる遠紫外線が使用され、これにより、レチクルパターンを照射することができる。

50 【0012】（400nmまたはそれより短い波長を有

する) 遠紫外線に対して適当な透過度を有するガラス質の光学材料として、石英 (SiO_2)、螢石 (CaF_2)、リチウムフルオリド (LiF)、マグネシウムフルオリド (MgF_2) などが、一般的に知られている。石英と螢石は、遠紫外線のレンジにおいて高い解像度を有する投影光学系を形成するために必要なガラス質の光学材料となっている。

【0013】しかしながら、もし、視野のサイズを増加させながら、投影光学系の開口数 (NA) を増加させて高解像度を達成するならば、石英または螢石で形成されたレンズ素子の直径が大きくなり、その結果、そのようなレンズ素子の製造が困難になるという事実を考慮することが必要である。

【0014】また、もし、投影光学系の開口数 (NA) を増加させるならば、焦点深度 (DOF) ΔF は、必然的に減少する。レイリーの結像の理論が適用されるならば、一般的に、焦点深度 ΔF は、下記に示されているように、波長、開口数 NA、及びプロセス係数 K_f ($0 < K_f < 1$) によって定義される。

$$\Delta F = K_f \cdot (\lambda / \text{NA}^2)$$

したがって、もし、波長が 193 nm ならば、すなわち、波長が ArF エキシマーレーザー光の波長に等しく、開口数 NA が約 0.75 に設定され、プロセス係数 K_f が 0.7 であるならば、大気 (空気) 中の焦点深度 ΔF は、約 0.240 μm となる。この場合、理論上の解像度 (最小ライン幅) ΔR は、プロセス係数 K_r ($0 < K_r < 1$) を使用する下記等式によって表現される。

$$\Delta R = K_r \cdot (\lambda / \text{NA})$$

したがって、上述した状態の下では、プロセス係数 K_r が 0.6 ならば、解像度 ΔR は約 0.154 μm となる。

【0017】上述したように、解像度を改善するために、投影光学系の開口数を増加させる必要がある一方で、もし、開口数が増加するならば、焦点深度が急激に減少することに注意することが重要である。もし、焦点深度が小さいならば、精度、再現精度、及び安定性を改善する必要がある。精度、再現精度、及び安定性に基づいて、投影光学系の最良の像面とウェハ上のレジスト層面との間を合わせるための自動焦点合わせ系が、制御される。

【0018】他方、デザインや製造の見地から投影光学系を考慮すると、視野のサイズを増加させることなしに、開口数を増加させる構成が可能である。しかしながら、もし、開口数を実質的に大きな値に設定するならば、レンズ素子の直径が大きくなり、その結果、ガラス質の光学材料 (例えば、石英や螢石) を形成し加工することが困難となる。

【0019】次いで、投影光学系の開口数を大きく増加させることなしに解像度を改善するための手段として、液浸投影方法を使用してもよい。この方法においては、

ウェハと投影光学系との間のスペースに、液体が充填されている。これに関しては、(Tabarelliに付与された) 米国特許第 4,346,164 を参照されたい。

【0020】この液浸投影方法においては、ウェハと、投影光学系を投影端側 (像面側) で構成する光学要素との間の空間に、フォトレジスト層の屈折率に近い屈折率を有する液体が充填されている。これにより、ウェハ側からみた投影光学系の有効開口数が増加し、すなわち、解像度を改善することができる。この液浸投影方法は、使用する液体を選択することによって、良好な結像性能を獲得できると期待されている。

【0021】現在公知な投影アライナーには、一般的に、自動焦点合わせ (AF) 系が設けられている。この自動焦点合わせ系は、ウェハと投影光学系との相対位置を正確に制御し、それによって、ウェハの表面を、投影光学系の最適な像面 (レチクルの共役面) に合致させることができる。この自動焦点合わせ系は、ウェハ表面の高さ方向の位置 (Z 方向位置) の変化を非接触で検出するための表面位置検出センサと、この検出された変化に基づいて、投影光学系とウェハとの間の間隔を調節するための Z 方向調節機構とを備えている。

【0022】また、現在使用されている投影アライナーにおいては、また、光学タイプのセンサや空気マイクロメータータイプのセンサが、表面位置検出センサとして使用されている。また、ウェハを支持するためのホルダー (及び Z ステージ) が、Z 方向調節機構として設けられている。ウェハを支持するホルダー (及び Z ステージ) は、サブミクロン精度で垂直方向に移動する。

【0023】もし、そのような自動焦点合わせ系が、液浸投影方法が適用されるアライナーに設けられるならば、ウェハが液体に保持されることから、空気マイクロメータータイプのセンサを使用することができず、光学式のセンサが独占的に使用されるのが自然である。そのような場合、例えば、(Suwaに付与された) 米国特許第 4,650,983 に開示されたような焦点合わせ用の光学式センサが構成される。それによって、測定用のビーム (スリット像の結像ビーム) が、ウェハ上の投影視野に斜めに投影され、また、ウェハ表面で反射された測定用のビームが、受光用のスリットを通して、光電式の検出器によって受光される。ウェハ表面の高さの変化、すなわち、焦点誤差量が、受光用のスリットで起きる反射されたビーム (反射ビーム) の位置の変化から検出される。

【0024】米国特許第 4,650,983 に開示されたような斜入射光 (斜めに光を入射する) タイプの焦点合わせ用のセンサが、10 ないし 20 nm の作動距離を有する通常の投影光学系が液体に浸されている投影アライナーに直接的に取り付けられているならば、下記に述べる問題が生じる。そのような場合、下記のような投

影ビームと反射ビームとが通る投影光学系を液体に設定する必要がある。すなわち、その投影ビームは、焦点合わせ用のセンサの投影用対物レンズから放射されて、ウェハ上にある投影光学系の投影視野に到達する。その反射ビームは、ウェハによって反射されて、受光用の対物レンズに到達する。

【0025】そのため、焦点合わせ用のセンサのビームは、液体中を長い距離にわたって進む。それによって、液体の温度分布が高精度に安定していないならば、投影ビームや受光されたビームは、温度が不均等になっているので、屈折率の変化によって変動し、その結果、焦点検出（すなわち、ウェハ表面の高さ方向の位置の検出）の精度が低下することとなる。

【0026】さらに、液浸投影方法によって、0.15 μm またはそれ以下の解像度を達成するために、上述したように、投影光学系の作動距離を十分に小さい値に設定する必要がある。そのため、斜入射光（斜めに光りを入射する）タイプの焦点合わせ用のセンサの投影ビームそれ自身を、投影光学系とウェハとの間の空間からウェハ上の投影領域に向けて斜めに投影することは、困難となる、この理由のため、液浸投影方法に適用可能な自動焦点合わせ系をどのように構成したらよいかということに関して、1つの重要な疑問が生じる。

【0027】他方、単一の倍率タイプの（以下、“1X”と言う）投影光学系を有するアライナー（露光装置）は、半導体装置を製造する分野と共に、液晶ディスプレイ装置（平坦なパネルディスプレイ）を製造する分野で使用されている。最近、この種のアライナーのために、1つのシステム（系）が提案されている。そのシステムには、あるタイプの複数の1X投影光学系が配置され、そして、マスク及び感光性のプレートが互いに対して一体的に移動してスキニングを行うことができるようになっている。使用される1X投影光学系の作動距離は、理想的には極端に小さくなっていることが望ましい。各1X投影光学系は、（Hershelに付与された）米国特許第4,391,494号に開示されたようなシングル・ダイソン（single Dyson）タイプ、または、（Swansonなどに付与された）米国特許第5,298,939に開示されたようなダブル・ダイソン（double Dyson）タイプとなっ

ている。

【0028】そのようなDyson（ダイソン）タイプの投影光学系を有するアライナーにおいては、作動距離（すなわち、プリズムミラーの出口表面と像面との間の間隔）を十分に減少させることにより、投影された像の種々の収差やディストーションを小さな値に制限でき、その結果、収差やディストーションにより生じる問題が事実上なくなる。そのため、この種のアライナーにおいて、焦点合わせ用のセンサによって焦点が検出される、感光性の基板上の検出領域（例えば、光りを斜めに入射

する斜入射光系における投影ビームの照射位置、または、空気マイクロメーター系における空気排出位置）は、通常、投影光学系の有効投影視野領域からそれた位置に設定される。すなわち、オフアクシス方式で設定される。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】この理由のため、回路パターンからの投影光に露光される基板の領域が最良の焦点位置または状態に正確に調節されたかどうかを実際に検出することは不可能である。

【0030】また、基板にパターンを描画する装置においては、または、レーザービームや電子ビームのスポットを使用することによって加工（または製造）を行う装置においては、基板と、レーザービームや電子ビームを投影するための対物レンズ系（または、電子レンズ系）と、の間の作動距離が大変小さくなる。その結果、加工位置の焦点誤差を検出でき、または、対物レンズ光学系の視野における基板表面上での描画位置の焦点誤差を検出できるAFセンサを取り付けることができなくなる可能性が生じる。

【0031】そのような場合、AFセンサの検出位置は、焦点誤差を検出するために、対物レンズ系の視野の外側にのみ置かれる。そのため、対物レンズ系の視野における加工位置または描画位置で、焦点誤差が実際に起きているかどうか検出できなくなる。

【0032】これと同じことが、フォトリソグラフィーでレチクルやマスクに描かれたパターンやウェハに形成された微細のパターンを光学的に検査するための装置に関しても言うことができる。すなわち、この種の検査装置にも、検査のための対物レンズ系が設けられているからである。また、対物レンズ系の端部は、検査される標本（プレート）の表面に向いて、所定の作動距離だけ前記標本の表面から離れて設けられているからである。

【0033】したがって、比較的に大きな倍率と高解像度とを有する対物レンズ系を使用するならば、作動距離が大変小さくなり、その結果、AFセンサの性質に関する同じ問題が生じる。

【0034】

【課題を解決するための手段】関連技術の上記問題を考慮して、本願発明は、通常の投影光学系と比較して作動距離を減少させる投影光学系が組み入れられたとしても、高精度に焦点合わせの制御ができ、また、高精度にチルト制御ができる、投影アライナー（露光装置）及び露光方法を提供するものである。

【0035】本願発明は、ステップアンドリピート式のアライナーに関連している。ステップアンドリピート式のアライナーにおいては、感光性基板の表面が、投影系またはスキニング露光装置（スキニングアライナー）を通して投影されたパターン像に露光される。投影系またはスキニング露光装置において、マスク（また

は、レチクル)と感光性基板とは、パターン像が投影されながら結像系に対して相対的に移動し、また、これらの種類の露光装置(アライナー)における焦点位置やチルトを検出するのに適切な系に対して相対的に移動する。

【0036】本願発明の露光装置及び露光方法においては、焦点合わせ制御やチルト制御は、感光性基板上の周辺位置におけるショット領域に関して実行される。

【0037】本願発明のスキヤニング露光装置及びスキヤニング露光方法によって、焦点検出領域を投影光学系の投影視野に設定することなしに、感光性基板の露光領域に関して、高精度に焦点合わせの制御ができ、また、高精度にチルト制御ができる。

【0038】本願発明の焦点合わせ用のセンサ及び焦点検出方法は、焦点深度を改善するために設計された液浸タイプの投影アライナーや液浸タイプのスキヤニングアライナーにおいて、液体に浸された感光性基板の表面の焦点合わせまたはチルトにおける誤差を安定して検出できる。本願発明の焦点合わせ用のセンサ及び焦点検出方法は、小さな作動距離の対物レンズ光学系を有する、製造(加工)装置、描画装置、または検査装置に適している。

【0039】本願発明は、マスク(レチクル)のパターン像を結像視野を通して基板(ウェハ)に投影するための結像系(投影レンズ系)と、結像系に対してスキヤニング方向にマスク及び基板を移動させるためのスキヤニング機構(レチクルステージまたはウェハXYステージ)と、基板及び結像系を互いに対してZ方向に駆動して投影される像の焦点を合わせるZ駆動系とを有するスキヤニング露光装置に適用可能である。本願発明は、また、マスクのパターン像を投影視野を通して基板に投影するための結像系と、投影されるパターン像に関して基板を位置決めするために、X方向及びY方向に移動する移動可能なステージ機構と、基板及び結像系を互いに対してZ方向に駆動して投影される像の焦点を合わせるZ駆動系とを有する投影アライナー(すなわち、ステッパー)に適用可能である。

【0040】露光装置すなわちアライナーのスキヤニング機構または移動可能なステージは、マスクまたは基板を水平方向に維持するための機構とすることができる。あるいは、露光装置すなわちアライナーのスキヤニング機構または移動可能なステージは、マスクまたは基板を水平面から、ある一定の角度に維持するための機構としてもよい。例えば、マスクまたは基板を垂直な姿勢で維持しながら、マスクまたは基板を水平または垂直方向に移動させるための垂直(縦置き)ステージ機構としてもよい。この場合、マスクまたは基板が移動する平面は、X方向とY方向に対向している。X方向及びY方向の各々に対して直交しているZ方向も、参照される(例えば、Z方向は、横方向に配置された投影光学系の光軸の

方向、または、主光線の方向に一致している)。

【0041】本願発明によれば、アライナーには、第1の検出系と、第2の検出系と、第3の検出系とが設けられている。第1の検出系は、第1の位置に、検出領域を備えている。第1の位置は、結像系の結像視野の外側に設けられ、スキヤニング方向(Y方向)において前記結像系の結像視野から間隔をあけて設けられている。第1の検出系は、基板の表面(上面)のZ方向における位置を検出する。第2の検出系は、第2の位置に、検出領域を備えている。第2の位置は、結像系の結像視野の外側に設けられ、スキヤニング方向(Y方向)に直交する方向(X)において前記第1の位置から間隔をあけて設けられている。第2の検出系は、基板の表面のZ方向における位置を検出する。第3の検出系は、第3の位置に、検出領域を備えている。第3の位置は、結像系の結像視野の外側に設けられ、スキヤニング方向(Y方向)と直交する方向(X方向)において前記結像系の結像視野から間隔をあけて設けられている。第3の位置は、また、スキヤニング方向(Y方向)において前記第2の位置からも間隔をあけて設けられている。第3の検出系は、基板の表面のZ方向における位置を検出する。

【0042】本願発明によれば、アライナーには、さらに、第1の検出系によって検出された第1のZ位置と目標Z位置との間のずれを計算し、第1の検出系によって検出される時に、第2の検出系によって検出された第2のZ位置を一時的に記憶するための計算器と;スキヤニング機構または移動可能なステージ機構により引き起こされた移動によって、第1の検出系の検出領域に対応する基板上の領域が、結像系の結像視野に位置決めされたとき、計算されたずれと、記憶された第2のZ位置と、第3の検出系によって検出された第3のZ位置とに基づいて、Z駆動系を制御するためのコントローラとが;設けられている。

【0043】本願発明は、スキヤニング露光方法に適用可能である。このスキヤニング露光方法においては、投影光学系を通してマスクパターンの一部を感光性基板に投影することによって、また、投影光学系の投影視野に対してマスクと感光性基板とを同時に移動させることによって、マスク(レチクル)のパターンの全てが、感光性基板(ウェハ)に転写される。

【0044】本願発明の方法は、感光性基板の表面高さを実質的に等しい高さで感光性基板を囲むように形成された補助プレート部を有するホルダーに感光性基板を取り付けるためのステップと、感光性基板上の露光領域の焦点誤差を事前に読み取るステップとを備えている。マスクのパターンの一部が前記感光性基板上の領域に投影されるようになっている。ホルダーと感光性基板とをスキヤニング移動している間で、露光領域が投影光学系の投影視野に到達する前に、露光領域の焦点誤差が読み取られる。前記本願発明の方法は、さらに、感光性基板上

の露光領域が投影視野に到達したときに、スキャニング移動の方向 (Y 方向) に対して直交する方向 (X 方向) において投影光学系の投影視野から離れて配置された露光位置焦点検出系によって、感光性基板または補助プレート部の一部の表面の焦点誤差を検出するステップと、感光性基板上の露光領域の焦点誤差が、投影光学系の投影視野において補正されるように、検出された焦点誤差に基づいて、投影光学系と感光性基板との間の距離を調節するステップとを備えている。

【0045】製造 (加工) 装置、結像装置、及び検査装置用に適した焦点検出センサまたは焦点検出方法が、上述した露光装置 (アライナー) または露光方法のための使用される投影光学系の代わりに、製造、描画、結像、または検査のための対物レンズ光学系を使用することによって、同様に達成される。

【0046】

【発明の実施の形態】図1は、本願発明の第1の実施例における投影露光装置の全体構造を示している。第1の実施例の投影露光装置は、レンズ・スキャンタイプの投影アライナーである。その投影アライナーにおいては、レチクル上の回路パターンが、縮小投影レンズ系を通して、半導体ウェハに投影される。前記縮小投影レンズ系は、物体側でテレセントリック系に形成された円形の像視野と、像側でテレセントリック系に形成された円形の像視野とを有している。一方、レチクルとウェハは、投影レンズ系に対して移動して、スキャン (走査) されるようになっている。

【0047】図1に示された照明系は、193nmの波長を有するパルス光を発するのためのArFエキシマレーザー光源と、前記光源から発するパルス光の断面を所定の形状に形成するためのビームエキスパンダーと、所定の形状に形成された前記パルス光を受けることによって2次光源像 (1セットの複数の点光源) を形成するためのフライアイレンズのような光学的インテグレータと、前記2次光源像からの前記パルス光を、一様な照度分布を有するパルス照明光に集光するための集光レンズ系と、スキャニング露光のときのスキャニング方向に対して直交する方向に細長い長方形にパルス照明光を整形するためのレチクルブラインド (照明視野絞り) と、図1に示されたミラー11と集光レンズ系12と協働して、レチクルブラインドの長方形の開口部をレチクルRに結像するためのリレー光学系とを備えている。

【0048】レチクルRは、真空吸引力によって、レチクルステージ14で支持されている。レチクルステージ14は、スキャニング露光の間、大きなストロークで1次元的に、一定速度で移動することができる。レチクルステージ14は、図1で見て横方向に、アライナー本体の柱状構造物13上で案内されて移動し、スキャニング (走査) できるようになっている。レチクルステージ14は、また、図1の平面に対して直交する方向に移動で

きるように案内される。

【0049】XY平面におけるレチクルステージ14の、座標位置と微少な回転ずれは、レーザー干渉計システム (IFM) 17によって、連続的に測定される。レーザー干渉計システム17は、レチクルステージ14の一部に取り付けられた移動鏡 (平面鏡またはコーナージョイント) 16にレーザービームを射出する。レーザー干渉計システム17は、移動鏡16によって反射されたレーザービームを受ける (すなわち、受光する)。レチクルステージコントローラー20は、レーザー干渉計システム17によって測定されたXY座標位置に基づいてレチクルステージ14を駆動する (リニアモーターまたはボイスコイルのような) モーター15を制御する。それによって、レチクルステージ14のスキャニング移動とステッピング移動が制御される。

【0050】レチクルRの回路パターン領域の一部が、集光レンズ系12から発せられた長方形に形成されたパルス光で照らされるとき、その照らされた部分の回路パターンから出る結像光ビームが、1/4 (すなわち、4分の1) 縮小投影レンズ系PLを通して、ウェハWの上面 (すなわち、主要面) に塗布された感光性レジスト層に投影され、そして、結像する。1/4縮小投影レンズ系PLの光軸AXは、円形の像視野の中心点を通して伸長するように、また、照明系10の光軸と集光レンズ系12の光軸とに同軸になるように位置決めされている。

【0051】1/4縮小投影レンズ系PLは、複数のレンズ素子を備えている。レンズ素子は、例えば、193nmの波長を有する紫外線に対して、高い透過率を有する石英や蛍石のような2つの異なった材料から構成されている。蛍石は、正力 (positive power) を有するレンズ素子を形成するために、主に使用される。1/4縮小投影レンズ系PLのレンズ素子が固定された鏡筒の空気は、空素ガスに置き換えられている。これによって、酸素による、193nmの波長を有するパルス照明光の吸収を避けることができる。照明系10の内側から集光レンズ系12にかけての光路に関しても、同様に空素ガスに置き換えられている。

【0052】ウェハWは、ウェハホルダー (チャック) WHに保持されている。ウェハホルダーWHは、真空吸引によって、ウェハの裏面 (後側面) を引き付けている。環状の補助プレート部HRSが、ウェハWの周囲を囲むように、ウェハホルダーWHの周辺部に設けられている。環状の補助プレート部HRSの表面の高さは、ウェハホルダーWHの上面に取り付けられたウェハホルダーWHの上面と実質的に同一平面となっている。下記で詳細に説明するように、ウェハW上の周辺位置にあるショット領域を走査露光するとき、もし、焦点合わせ用のセンサの検出ポイント (すなわち、検出点) が、ウェハWの輪郭エッジの外側に位置決めされているならば、環状の補助プレート部HRSは、代替りの焦点検出面と

して使用される。

【0053】さらに、現状の補助プレート部HRSは、(Suwaに付与された) 上記米国特許第4, 650, 983に開示されているように、焦点合わせ用のセンサの系オフセットを校正するための平坦な基準プレート(参照プレート)として機能する。言うまでもなく、特別の基準プレートを別に設けて、焦点合わせ用のセンサを校正するようにしてもよい。

【0054】ウェハホルダーWHは、ZLステージ30に取り付けられている。ZLステージ30は、1/4縮小投影レンズ系PLの光軸AXに沿ってZ方向に並進運動できる。また、ZLステージ30は、XY平面に対してチルト運動している間、光軸AXに対して直交する方向にも移動できる。ZLステージ30は、3つのZ-アクチュエータ32A、32B、及び32Cを介して、XYステージ34に取り付けられている。XYステージ34は、ベース上で、X方向及びY方向に2次元に移動可能となっている。Z-アクチュエータ32A、32B、及び32Cの各々は、例えば、ピエゾ伸縮素子、ボイスコイルモーター、または、DCモーターとリフト・カム機構の組み合わせとなっている。

【0055】もし、Z-アクチュエータ32A、32B、及び32C(すなわち、Z-駆動モーター)の各々がZ方向に同じ量だけ駆動されたならば、ZLステージ30は、XYステージ34との間が平行に維持されながら、Z方向(すなわち、焦点合わせを行う方向)に並進運動する。もし、Z-アクチュエータ32A、32B、及び32Cの各々が、Z方向に異なる量だけ駆動されたならば、それによって、ZLステージ30のチルト(傾斜)量とチルト方向が、調節される。

【0056】XYステージ34の2次元移動は、いくつかの駆動モーター36によって引き起こされる。駆動モーター36は、例えば、送りねじを回転させるDCモーター(すなわち、直流電動機)や非接触状態で駆動力を生成することができるリニアモーターなどとなっている。駆動モーター36は、ウェハステージコントローラ35によって制御されている。ウェハステージコントローラ35には、移動鏡31の反射面のX方向及びY方向における位置の変化を測定できるように、レーザー干渉計(IFM)33からの測定座標位置が供給される。

【0057】例えば、駆動モーター36としてリニアモーターを使用するXYステージ34の全体構造は、1986年9月18日に公開された特開昭第61-209831(立石電気株式会社)に開示されているようなものに行うことができる。

【0058】この実施例に関して、1/4縮小投影レンズ系PLのワークディスタンス(作動距離)は、非常に小さくなっており、そのため、斜入射光のタイプの焦点合わせ用のセンサの投影ビームは、像面に最も近い1/

4縮小投影レンズ系PLの光学素子の表面とウェハWの上面との間のスペースを通して、ウェハの表面に導くことができないと考えられる。この実施例においては、そのため、オフアクシスタイプ(1/4縮小投影レンズ系PLの投影視野の外側に焦点検出ポイントを備えている)の3つの焦点検出系GDL、GDC、及びGDRが、1/4縮小投影レンズ系PLのパレル(鏡筒)の下方端部周辺に配置されている。

【0059】これらの焦点検出系のうち、焦点検出系GDLとGDRは、スキニング露光のときのウェハWのスキニング移動の方向に対して、投影視野の前側及び後ろ側に位置決めされた焦点検出ポイント(焦点検出点)を備えるように設定されている。ウェハWの1つのショット領域がスキャンされ露光されたとき、スキニング移動の方向(プラス方向またはマイナス方向)にしたがって選択された焦点検出系GDL及びGDRの一方が作動して、長方形の投影像が、ウェハに露光される前に、ショット領域の表面の高さ位置における変化を先読みされる。

【0060】したがって、焦点検出系GDL及びGDRは、例えば、(サカキバラなどに付与された)米国特許第5, 448, 332に開示された焦点検出系の先読みセンサと同じように機能する。しかしながら、この実施例においては、米国特許第5, 448, 332の焦点調節(あるいはチルト調節)のシーケンスとは異なったシーケンスを使用しており、そのため、特別な焦点検出系が焦点検出系GDL及びGDRに加えられている。この構造は、下記により詳細に説明されている。

【0061】図1に示された焦点検出系GDCは、ウェハWの表面(すなわち、XY平面)で見たときに、1/4縮小投影レンズ系PLの投影視野のスキニング方向に対して直交する非スキニング方向にオフアクシス方式で配置された検出ポイント(検出点)を備えている。しかしながら、焦点検出系GDCは、図1で見て、1/4縮小投影レンズ系PLの前側の検出ポイントに加えて、1/4縮小投影レンズ系PLの後ろ側に他の検出ポイントを備えている。

【0062】本願発明にしたがった焦点検出方法は、オフアクシス焦点検出系GDCと、先読み焦点検出系GDL及びGDRの一方とが、互いに協働して作動するようになっているという点に特徴がある。これらの焦点検出系の詳細な説明は、後述する。

【0063】上述した焦点検出系GDL、GDR、及びGDCの各々によって検出されたウェハ表面の一部の高さ位置に関する情報(例えば、最良の焦点位置からのずれ量を表す誤差信号など)が、自動焦点合わせ(AF)コントロールユニット38に入力される。AFコントロールユニット38は、焦点検出系GDL、GDR、及びGDCから供給された検出情報に基づいて、Z-アクチュエータとしてのZ-駆動モーター32A、32B、及

び 32C の各々を駆動する最適な量を決定し、Z-駆動モーター 32A、32B、及び 32C を駆動して、投影像が実際に結像するウェハ W の領域に対して、焦点合わせを行うと共に、チルト調節を行う。

【0064】この制御のために、焦点検出系 GDL 及び GDR の各々は、マルチポイント（多点）焦点合わせ用のセンサとなっている。このセンサは、1/4 縮小投影レンズ系 PL によって形成されるウェハ W 上の長方形投影領域における複数位置（例えば、少なくとも 2 つの位置）に検出ポイントを有している。AF コントロールユニット 38 は、焦点合わせはもちろん、少なくとも非スキャニング方向（X 方向）においてウェハ W をチルト調節できるようになっている。

【0065】図 1 に示されたアライナーは、一定速度で Y 方向に XY ステージ 34 を移動することによって、スキャニング露光を行うように構成されている。スキャニング露光の間の、レチクル R 及びウェハ W のスキャニング移動とレチクル R 及びウェハ W のステッピング移動との関係を、図 2 を参照して説明する。

【0066】図 2 を参照すると、前方グループレンズ系 LGa と後方グループレンズ系 LGb が、図 1 に示された 1/4 縮小投影レンズ系 PL を表している。射出瞳 Ep が、前方グループレンズ系 LGa と後方グループレンズ系 LGb との間に存在している。回路パターン領域 Pa は、図 2 に示されたレチクル R 上で、遮蔽帯 SB によって画定されたフレーム（枠）に形成されている。回路パターン領域 Pa は、1/4 縮小投影レンズ系 PL の物体側上に形成される円形の像視野の直径よりも大きい対角線長さを有している。

【0067】スキャニング方式で、レチクル R の回路パターン領域 Pa の像が、ウェハ W 上の対応するショット領域 SAa に露光される。このスキャニング方式は、例えば、レチクル R を一定の速度 Vr で Y 軸に沿ったマイナス方向に移動する一方、ウェハ W を一定速度 Vw で Y 軸に沿ったプラス方向に移動することによって行われる。このとき、レチクル R を照明するためのパルス照明光 IA の形状は、図 2 に示すように、レチクル R の回路パターン領域 Pa において X 方向に細長い平行ストリップまたは長方形に設定されている。X 方向において互いに向向している、パルス照明光 IA の形状の両端は、遮蔽帯 SB に位置決めされている。

【0068】パルス照明光 IA で照射される、レチクル R の回路パターン領域 Pa の長方形領域に含まれている部分的パターンは、1/4 縮小投影レンズ系 PL（前方グループレンズ系 LGa 及び後方グループレンズ系 LGb）によって、ウェハ W のショット領域 SAa での対応位置に、像 SI として結像する。レチクル R 上の回路パターン領域 Pa とウェハ W 上のショット領域 SAa との間での相対的なスキャニングが完了したとき、例えば、ウェハ W は、Y 方向に一定の距離だけ 1 ステップ移動す

る。それによって、スキャニングの開始位置は、ショット領域 SAa に隣接するショット領域 SAb に対して設定される。このステッピング動作の間、パルス照明光 IA による照明は、停止している。

【0069】次に、スキャニング方式で、レチクル R の回路パターン領域 Pa の回路パターン像を、ウェハ W 上のショット領域 SAb に露光するために、レチクル R は、パルス照明光 IA に対して Y 軸のプラス方向に一定速度 Vr で移動する。そして、ウェハ W は、同時に、投影された像 SI に対して Y 軸のマイナス方向に一定速度 Vw で移動する。速度比 Vw/Vr は、1/4 縮小投影レンズ系 PL の縮小比 1/4 に設定されている。上記スケジュールにしたがって、レチクル R の回路パターン領域 Pa の像が、ウェハ W 上の複数のショット領域に露光される。

【0070】図 1 及び図 2 に示された投影アライナーは、次のような方法で、ステップアンドリピート方式のアライナーとして使用できる。すなわち、もし、レチクル R 上の回路パターン領域 Pa の対角線長さが、1/4 縮小投影レンズ系 PL の回路像視野の直径よりも小さいならば、照明系 10 におけるレチクルブラインドの開口部の形状およびサイズが変化し、それによって、パルス照明光 IA の形状が回路パターン領域 Pa に一致するようになっている。そのような場合、レチクルステージ 14 と XY ステージ 34 とは、ウェハ W 上のショット領域の各々を露光する間、相対的に静止した状態に維持される。

【0071】しかしながら、もし、ウェハ W が露光の間にわずかに移動するならば、ウェハ W のわずかな移動は、レーザー干渉計システム 33 によって測定することができる。また、レチクルステージ 14 を制御下でわずかに移動して、その結果、レチクル R 側で追従補正することにより、1/4 縮小投影レンズ系 PL に対するウェハ W の位置の対応する小さな誤差を打ち消すことができる。例えば、そのような追従補正のためのシステムは、特開平 6-204115 号と特開平 7-220998 号に開示されている。これらの公開公報に開示された技術は、必要に応じて使用することができる。

【0072】もし、レチクルブラインドの開口部の形状やサイズが変化するならば、ズームレンズ系を設けることにより、光源からレチクルブラインドに到達するパルス照明光 IA を、開口部の形状やサイズの変化に応じて、調節された開口部に整合する範囲内に集めることができる。

【0073】図 2 に明瞭に示されているように、投影された像 SI の領域は、X 方向に細長いストリップ形状または長方形形状に設定されることから、スキャニング露光の間のチルト調節は、Y 軸を中心として回転する方向、すなわち、この実施例におけるスキャニング露光方向に対するローリング方向に沿ってのみ行うことができ

る。言うまでもなく、もし、投影された像 S I 領域の、スキャニング方向における幅が、スキャニング方向に対してウェハ表面の平面度の影響を考慮する必要がある程度に大きいならば、スキャニング露光の間に、ピッチング方向におけるチルト調節が行われる。この作動は、本願発明の他の実施例に関してより詳細に説明する。

【0074】図 1 に示された焦点検出系 GDL、GDR、及び GDC は、例えば、図 3 に図示されたように配置されている。図 3 は、1/4 縮小投影レンズ系 PL の像側で円形の像視野 CP が形成される平面上での焦点検出系の検出ポイントの配置を示している斜視図である。図 3 は、焦点検出系 GDL 及び GDC の配置のみを示している。焦点検出系 GDR は省略されている。というのは、焦点検出系 GDR は、焦点検出系 GDL と同じ構造だからである。

【0075】図 3 を参照すると、焦点検出系 GDC は、2 つの検出器 GDC1 及び GDC2 を備えている。検出器 GDC1 及び GDC2 は、検出ポイント（検出領域）FC1 及び FC2 が、ストリップ状で長方形の投影された像 S I の軸線から伸長する延長線 LLc 上に位置決めされるように設定されている。ストリップ状で長方形の投影された像 S I は、1/4 縮小投影レンズ系 PL の円形の像視野 CP で、直径方向（X 方向）に伸長している。これらの検出器 GDC1 及び GDC2 は、ウェハ W（または、補助プレート部 HRS）の上面の高さ位置や最良の焦点平面位置に対する Z 方向の位置誤差量を検出する。

【0076】一方、焦点検出系 GDL は、本実施例において、5 つの検出器 GDA1、GDA2、GDB1、GDB2、及び GDB3 を備えている。検出器 GDA1、GDA2、GDB1、GDB2、及び GDB3 は、それぞれ、検出ポイント（検出領域）FA1、FA2、FB1、FB2、及び FB3 を備えている。検出ポイント FA1、FA2、FB1、FB2、及び FB3 は、延長線 LLc に平行な直線 LLa に位置決めされている。これらの 5 つの検出器 GDA1、GDA2、GDB1、GDB2、及び GDB3 の各々は、独立して、ウェハ W（または、補助プレート部 HRS）の上面におけるポイントの高さ位置や最良の焦点平面位置に対する Z 方向の位置誤差量を検出する。

【0077】延長線 LLc や直線 LLa は、スキャニング方向（Y 方向）に互いに一定距離をおいて設定されている。また、検出器 GDA1 の検出ポイント FA1 と、検出器 GDC1 の検出ポイント FC1 とは、X 方向において、実質的に同じ座標位置に設定されている。一方、検出器 GDA2 の検出ポイント FA2 と、検出器 GDC2 の検出ポイント FC2 とは、X 方向において、実質的に同じ座標位置に設定されている。

【0078】3 つの検出器 GDB1、GDB2、及び GDB3 の検出ポイント FB1、FB2、及び FB3 は、

ストリップ状のまたは長方形の投影された像 S I の領域を X 方向において覆うように配置されている。すなわち、検出ポイント FB2 は、投影された像 S I の領域の X 方向における中心（光軸 AX が通るポイント）に対応する X 座標位置に配置されている。一方、検出ポイント FB1 及び FB3 は、投影された像 S I の X 方向における両端付近の位置に対応する X 座標位置に配置されている。そのため、3 つの検出ポイント FB1、FB2、及び FB3 を使用して、投影された像 S I 領域に対応するウェハ W の表面部での焦点誤差を先読みできるようにになっている。

【0079】図 3 に図示されていない焦点検出系 GDR にも、3 つの先読み検出器 GDE1、GDE2、及び GDE3 と他の 2 つの検出器 GDD1 及び GDD2 とを備えている。検出器 GDD1 及び GDD2 は、先読み検出器 GDE1、GDE2、及び GDE3 の X 方向の両側に配置されている。説明を簡単にするために、この実施例においては、12 個の検出器 GDA1、GDA2、GDB1、GDB2、GDB3、GDC1、GDC2、GDD1、GDD2、GDE1、GDE2、GDE3 によって複数の最良の焦点位置として認められる複数の平面は、1 つの XY 平面に調節されるものと仮定する。すなわち、システム上のオフセットが 12 個の検出器の間にはない。また、検出された焦点誤差がゼロになる位置として、12 個の検出ポイント FA1、FA2、FB1、FB2、FB3、FC1、FC2、FD1、FD2、FE1、FE2、FE3 で検出されたウェハ W の表面高さ位置は、互いに対してほぼ接近しているものと仮定する。

【0080】1/4 縮小投影レンズ系 PL の端が液体に浸されていないならば、上述した 12 個の焦点検出器として、光学センサ、空気マイクロメータタイプのセンサ、静電容量タイプのギャップ（間隙）センサなどを使用できる。しかしながら、もし、液浸式の投影系が形成されているならば、もちろん、空気マイクロメータタイプのセンサを使用することはできない。

【0081】図 4 は、図 1 及び図 3 に示された焦点検出系 GDL、GDR、及び GDC からの検出信号（誤差信号）を処理するための AF コントロールユニット 38 の一例のブロック線図である。図 4 に示されているように、先読み焦点検出系 GDL の 5 つの検出器 GDA1、GDA2、GDB1、GDB2、及び GDB3 からの検出信号のグループと、焦点検出系 GDR の 5 つの検出器 GDD1、GDD2、GDE1、GDE2、及び GDE3 からの検出信号のグループのうちの一方のグループが、切換え回路 50 によって選択されて、その後の処理回路に供給される。

【0082】切換え回路 50 は、位置監視回路（位置モニター回路）52 から供給される（方向の区別の結果を表す）切換え信号 SS1 に応答して、焦点検出系 GDL 及び GDR のうちの一方からの信号を選択する。位置監

視回路 52 は、ウェハステージコントローラ 35 からのステージ制御情報に基づいて、ウェハステージ 34 のスキニング移動方向の一方の移動方向を他方の移動方向から区別する。また、位置監視回路 52 は、先読み位置から露光位置まで、ウェハ W の移動した位置の変化を監視している。図 4 に示された状態においては、切換え回路 50 は、焦点検出系 GDL からの 5 つの検出信号を選択している。

【0083】露光領域（投影された像 S I）に関する先読み検出器 GDB1、GDB2、及び GDB3 からの検出信号は、焦点誤差量とチルト誤差量とを計算するための第 1 の計算器 54 に供給される。第 1 の計算器 54 は、第 2 の計算及び記憶回路 56 に、3 つの検出ポイント FB1、FB2、及び FB3 で事前に読取られたウェハ W の表面領域の焦点誤差量 $\Delta Z f$ とチルト誤差量 $\Delta T x$ （Y 軸を中心とした微妙な傾き）に関する誤差データ DT1、DT2 とを供給する。

【0084】一方、検出器 GDA1 及び GDA2 は、第 2 の計算及び記憶回路 56 に、情報 ZA1 と情報 ZA2 とを供給する。情報 ZA1 は、検出ポイント FA1 における表面の高さ位置（すなわち、焦点ずれ）を表している。情報 ZA2 は、検出ポイント FA2 における表面の高さ位置（すなわち、焦点ずれ）を表している。情報 ZA1 及び情報 ZA の検出は、3 つの検出器 GDB1、GDB2、及び GDB3 によるウェハ表面の検出と同時に行われている。

【0085】誤差データ DT1 及び DT2 と、情報 ZA1 及び ZA2 と、検出器の間の相対位置関係とに基づいて、第 2 の計算及び記憶回路 56 は、Y 方向（スキニング方向）に関して投影露光位置に設定された検出器 GDC1 及び GDC2 の検出ポイント FC1 及び FC2 で検出されるべきウェハ W の高さ位置の目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ を計算する。第 2 の計算及び記憶回路 56 は、一時的に、計算された目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ を記憶する。

【0086】目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ の意味は、次の通りである。すなわち、先読み検出ポイント FA1 及び FA2 で事前に読取られたウェハ W（または、環状の補助プレート部 HRS）の表面部が、対応する露光位置での検出ポイント FC1 及び FC2 に到達するとき、検出器 GDC1 及び GDC2 によって検出された情報 ZC1 と情報 ZC2 が、目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ にそれぞれ等しいならば、先読みによって決定される焦点誤差量 $\Delta Z f$ とチルト誤差量 $\Delta T x$ は、露光位置でゼロになる。

【0087】さらに、先読みされたウェハ上の Y 方向に関する領域が、投影像 S I が露光される露光位置に到達する直前に、第 2 の計算及び記憶回路 56 は、記憶された目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ を第 3 の計算及び駆動回路 58 に出力する。

【0088】したがって、位置監視回路 52 から出力さ

れた信号 SS2 に同期して、第 2 の計算及び記憶回路 56 は、一時的に記憶された目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ を表す信号を第 3 の計算及び駆動回路 58 に出力する。目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ を表す前記信号は、Y 方向における直線 LLa と延長線 LLc との間の距離と、ウェハ W の移動速度と、によって決定される時間だけ遅延させられた後に、第 3 の計算及び駆動回路 58 に出力される。

【0089】スキニング方向における、投影像 S I の幅に対応する距離だけ、ウェハ W が移動してスキャンされる毎に、信号 SS2 が出力されるならば、図 3 に示された、直線 LLa と延長線 LLc との間の Y 方向における距離（例えば、約 40 mm）を、投影像 S I の幅（約 8 mm）で除算することによって得られた数に対応する一定の数の組（例えば、5 組）の目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ が、第 2 の計算及び記憶回路 56 に記憶される。したがって、第 2 の計算及び記憶回路 56 は、先入れ先出し（FIFO）方法で目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ を記憶するメモリとして機能する。

【0090】第 3 の計算及び駆動回路 58 は、位置監視回路 52 からの信号 SS3 に応答して、検出器 GDC1 及び GDC2 によって検出されたウェハ W（または、環状の補助プレート部 HRS）の表面の高さ位置に関する検出情報 ZC1 及び ZC2 を読み取る。その直後に、先読み位置で検出されたウェハ W 上の領域が、露光位置（投影された像 S I の位置）に到達する。

【0091】同時に、第 3 の計算及び駆動回路 58 は、第 2 の計算及び記憶回路 56 から出力された（露光位置に対応する）目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ のデータを読み取る。そして、第 3 の計算及び駆動回路 58 は、検出情報 ZC1 及び ZC2 と目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ とに基づいて、図 1 に示された Z-駆動モーター 32A、32B、及び 32C に対応する駆動量（位置調節の量や速度調節の量）を、計算によって決定する。次いで、第 3 の計算及び駆動回路 58 は、その決定された駆動量のデータを Z-駆動モーター 32A、32B、及び 32C に出力する。

【0092】図 4 のほとんどの構成要素は、図 4 の観点から当業者によって書くことができる適切なプログラムを実行するプログラムされたマイクロコントローラやマイクロプロセッサで具体化される。

【0093】図 5 は、図 1 に示されたようなウェハホルダーの周辺部に形成された環状の補助プレート部 HRS の機能を説明する平面図である。この実施例において、焦点検出系の全ての検出ポイントは、上述したような 1/4 縮小投影レンズ系 PL の投影視野 CP の外側に位置決めされていることから、ウェハ W 上の複数のショット領域 SAn のうち該ウェハ W の周辺部に配置されたいくつかのショット領域をスキニング露光するときに、いくつかの焦点検出ポイントが、ウェハ W の周辺の外側に置かれる可能性がある。

【0094】例えば、図5に示されているように、プリアライメントされた（事前にアライメントされた）切欠きNTを使用してウェハホルダーWH上に位置決めされたウェハWの周辺のショット領域SA1が、走査露光されるとき、先読み焦点検出系GDL（またはGDR）の、端にある焦点検出ポイントFA1（またはFD1）と、露光位置の焦点検出系GDCの検出ポイントFC1とは、ウェハWの外側に置かれる。この場合、焦点合わせ及びチルト調節を行うことは、通常は困難である。

【0095】環状の補助プレート部HRSの主な機能は、そのような場合に、通常の焦点合わせとチルト運動を可能にすることである。図5に示されているように、ウェハWの外側に置かれた検出ポイントFA1（またはFD1）と検出ポイントFC1は、環状の補助プレート部HRSの表面に位置決めされるように設定されている。したがって、環状の補助プレート部HRSの表面の高さは、ウェハWの表面の高さに実質的に等しいことが望ましい。

【0096】より具体的に説明すると、ウェハWの表面と環状の補助プレート部HRSの表面とは、検出ポイントFA1（FA2）、FC1（FC2）、及びFD1（FD2）に対応する検出範囲内で、互いに対し同一平面上にある。その検出範囲において、検出ポイントに対応する焦点検出器の所望の線形性が、確保されている。さらに、環状の補助プレート部HRSの表面がウェハWの表面の代わりとして使用されていることから、その補助プレート部HRSの反射率は、標準の（シリコン）ウェハの反射率と同じ程度かあるいは同じ値となっている。例えば、環状の補助プレート部HRSとしては、鏡面仕上げされた表面が好ましい。

【0097】（ウェハホルダーWH上の）ウェハWが、図5に示された矢印の方向に移動してスキャンされたならば、焦点検出系GDLの検出ポイントFA1、FA2；FB1、FB2、FB3は、ショット領域SA1に関する先読みセンサとして選択される。この場合、投影像SIのY方向におけるに中心に対応する延長線LLcと、焦点検出系GDLの検出ポイントが配置される直線LLaとの間の距離を、DLaとし、また、延長線LLcと、他方の焦点検出系GDRの検出ポイントが配置される直線LLbとの間の距離を、DLbとすれば、この実施例においては、DLaとDLbは、DLaがDLbにほぼ等しくなるように設定される。スキャニング露光のときのウェハWの速度Vwから、ウェハW上の焦点先読み位置が露光位置に到達するのにかかる遅延時間 Δt は、 $\Delta t = DLa / Vw$ （秒）となっている。したがって、図4に示された第2の計算及び記憶回路56において、目標値 $\Delta Z1$ 及び $\Delta Z2$ を一時的に記憶するための時間は、タイムラグ（時間遅れ） Δt と実質的に等しくなっている。

【0098】しかしながら、距離DLaと距離DLb

は、アライナーの構造に係る制約に応じて、DLaがDLbに等しくならないように選択するようにしてもよい。言うまでもなく、そのような場合において、目標値 $\Delta Z1$ 及び $\Delta Z2$ の供給の遅延時間は、先読み焦点検出系GDLの使用と先読み焦点検出系GDRの使用とに関して、異なる長さに設定されている。

【0099】上述したように構成された第1の実施例の焦点合わせとチルト運動の作用を、図6Aないし図6Dを参照して説明する。図6Aは、図5に示されたようなウェハWの周辺ショット領域SA1をスキャニング露光している間のある瞬間に先読み焦点検出系GDLによって検出された環状の補助プレート部HRSの上側表面の状態及びウェハWの上側表面の状態を図式的に示している。

【0100】図6Aないし図6Dにおいて、水平ラインBFPは、1/4縮小投影レンズ系PLの最適な焦点面を示している。ショット領域SA1において検出ポイントFB1でウェハ表面のZ方向における位置を検出する検出器GDB1は、平面BFPに対するウェハ表面のZ位置誤差量（焦点はずれの量、すなわちデフォーカス量）として $\Delta ZB1$ を表す検出信号を出力する。同様に、検出ポイントFB2及びFB3でウェハ表面のZ方向における位置の誤差を検出する検出器GDB2及びGDB3は、誤差 $\Delta ZB2$ 及び $\Delta ZB3$ を表す検出信号を出力する。ウェハ表面が最適な焦点面BFPよりも下にあるならば、これらZ位置誤差の各々は、負の値を有している。また、ウェハ表面が最適な焦点面BFPよりも上にあるならば、Z位置誤差の各々は、正の値を有している。

【0101】これらの誤差 $\Delta ZB1$ 、 $\Delta ZB2$ 、及び $\Delta ZB3$ の値は、図4に示された第1の計算及び記憶回路54に入力される。第1の計算及び記憶回路54は、これらの誤差値に基づいて最小2乗法などにより、ショット領域SA1における先読みされた部分全体の、図6Bに示された近似面APP（実際は、近似直線）を表す数式のパラメータを決定する。それによって決定されたパラメータは、図6Bに示されたように、近似面APPの焦点誤差量 ΔZf とチルト誤差量 ΔTx である。このようにして計算された焦点誤差量 ΔZf とチルト誤差量 ΔTx の値は、データDT1及びデータDT2として、第2の計算及び記憶回路56に出力される。この実施例において、焦点誤差量 ΔZf は、ショット領域SA1のX方向における（検出ポイントFB2に対応する）中央ポイントでの実質的な誤差として計算される。

【0102】検出器GDB1、GDB2、及びGDB3が、上述したようにZ位置誤差を検出したとき、検出器GDA1及びGDA2は、検出ポイントFA1及びFA2での最適な焦点面に対する、ウェハ表面または環状の補助プレート部HRSの表面のZ位置誤差 $\Delta ZA1$ 及び $\Delta ZA2$ を同時に検出する。これらの誤差 $\Delta ZA1$ 及び

$\Delta Z A 2$ は、第 2 の計算及び記憶回路 56 に一時的に記憶される。

【0103】この検出及び記憶の直後、図 6 B に示されたような近似面 A P P が、図 6 C に示されたような最適な焦点面 B F P に一致するように補正されるとすると、すなわち、ウェハホルダー W H が、焦点誤差量 $\Delta Z f = 0$ となるように、また、チルト誤差量 $\Delta T x = 0$ となるように、Z 方向及びチルト運動方向に調節されるとすると、第 2 の計算及び記憶回路 56 は、データ D T 1 及び D T 2 (誤差量 $\Delta Z f$ 及び $\Delta T x$) と、検出ポイント F A 1 及び F A 2 で実際に測定された Z 位置誤差 $\Delta Z A 1$ 、 $\Delta Z A 2$ と、ショット領域の中央ポイントと検出ポイント F A 1 及び F A 2 の各々との間の X 方向における距離 D S とに基づいて、検出ポイント F A 1 で検出されるべき Z 位置目標値 $\Delta Z 1$ と、検出ポイント F A 2 で検出されるべき Z 位置目標値 $\Delta Z 2$ とを計算する。ウェハ W 上の先読みされた領域が、投影像 S I (露光位置) の領域に到達するまで、計算された Z 位置目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ は、一時的に第 2 の計算及び記憶回路 56 に記憶される。

【0104】ウェハ W 上の先読みされた領域が露光位置に到達したとき、図 4 に示された第 3 の計算及び駆動回路 58 が、検出ポイント F C 1 及び F C 2 での Z 位置誤差を検出するために、検出器 G D C 1 及び G D C 2 からの検出信号を読み取る。例えば、ウェハ W 上の先読みされた領域が、露光位置に到達する直前に図 6 D に示されたような状態にあるならば、検出器 G D C 1 は、検出ポイント F C 1 での Z 位置誤差を表す検出信号 Z C 1 を出力する。一方、検出器 G D C 2 は、検出ポイント F C 2 での Z 位置誤差を表す検出信号 Z C 2 を出力する。

【0105】次いで、第 3 の計算及び駆動回路 58 は、検出器 G D C 1 及び G D C 2 から供給される検出信号 Z C 1 及び Z C 2 の値が、それぞれ、遅延して第 2 の計算及び記憶回路 56 から供給される Z 位置目標値 $\Delta Z 1$ 及び $\Delta Z 2$ に等しくなるように、ウェハホルダー W H を Z 方向においてチルト及び/または並進運動させるために必要な、3 つの Z - アクチュエータ 32 A、32 B、及び 32 C 用の駆動量を計算する。第 3 の計算及び駆動回路 58 は、前記計算された駆動量に対応する信号を、Z - アクチュエータ 32 A、32 B、及び 32 C に供給する。

【0106】ウェハ W の上面のショット領域 S A 1 は、それによって、露光位置で、最適な焦点面 B F P に一致するように正確に調節される。その結果、最適な結像状態に維持されるべきレチクル R のパターンの投影像 S I が、ショット領域のスキヤニングモードで露光される。

【0107】第 1 の実施例におけるこの作動の間に、先読み焦点検出系 G D L における各検出器と、露光位置焦点検出系 G D C における各検出器とは、ウェハ W の表面または現状の補助プレート部 H R S の表面が、最適な焦

点面 B F P に一致したとき、焦点誤差がないということを示す検出信号出力するように設定 (校正) される。しかしながら、検出器をそのような状態に厳密に設定することは困難である。特に、先読み焦点検出系 G D L (G D R) における検出器 G D A 1 及び G D A 2 (G D D 1 及び G D D 2) と、露光位置焦点検出器 G D C 1 及び G D C 2 との間の検出オフセットが、露光のためにウェハ W に形成されたパターン像に一樣に焦点はずれをおこさせる。

【0108】そのため、検出器 G D C 1 がゼロの焦点誤差を検出する Z 方向における高さ位置と、検出器 G D A 1 (G D D 1) がゼロの焦点誤差を検出する Z 方向における高さ位置との間のオフセット値を、ウェハホルダー W H に設けられた反射ガラスプレート (すなわち、基準プレート) のきわめて平坦度の高い表面上でこれらの検出器により、焦点検出を同時に行うことによって、測定し記憶するようにしてもよい。この表面は、構造 H R S または構造 H R S とは別体の他の構造とすることができる。その結果、Z - アクチュエータ 32 A、32 B、及び 32 C が、露光位置焦点検出器 G D C 1 及び G D C 2 によって検出された Z 位置誤差に基づいて駆動されるとき、記憶されたオフセット値により補正を行うことができる。

【0109】本願発明の第 2 の実施例に係わる焦点及びチルトセンサの構造を、次に、図 7 及び図 8 を参照して説明する。第 2 の実施例に関しては、1/4 縮小投影レンズ系 P L の円形の視野に含まれる投影像 S I が、Y 方向 (スキヤニング方向) において比較的に大きな最大幅を備えており、それによって、ウェハ W の表面の Y 方向へのチルトの影響、すなわち、ピッチング (縦揺れ) の影響を考慮に入れるべき必要があるという状況が想定されている。

【0110】露光位置焦点検出器 G D C 1 (図示せず) が設けられており、図 7 に示されているように、露光位置焦点検出器 G D C 1 は、2 つの検出ポイント F C 1 a 及び F C 1 b を備えている。検出ポイント F C 1 a 及び F C 1 b は、投影像 S I より上で Y 方向において延長線 L L c を中心として対称に配置されている。そして、もう一つの露光位置焦点検出器 G D C 2 (図示せず) が、設けられている。露光位置焦点検出器 G D C 2 は、2 つの検出ポイント F C 2 a 及び F C 2 b を備えている。検出ポイント F C 2 a 及び F C 2 b は、投影像 S I より下で Y 方向において延長線 L L c を中心として対称に配置されている。さらに、先読み焦点検出器 G D A 1 と先読み焦点検出器 G D A 2 (図示せず) とが設けられている。先読み焦点検出器 G D A 1 は、2 つの検出ポイント F A 1 a 及び F A 1 b を備えている。検出ポイント F A 1 a 及び F A 1 b は、Y 方向において直線 L L a を中心として対称に配置されている。先読み焦点検出器 G D A 2 は、2 つの検出ポイント F A 2 a 及び F A 2 b を備え

ている。検出ポイントFA2a及びFA2bは、Y方向において直線LLaを中心として対称に配置されている。同様に、先読み焦点検出器GDD1（図示せず）と先読み焦点検出器GDD2（図示せず）とが設けられている。先読み焦点検出器GDD1は、2つの検出ポイントFD1a及びFD1bを備えている。検出ポイントFD1a及びFD1bは、Y方向において直線LLbを中心として対称に配置されている。先読み焦点検出器GDD2は、2つの検出ポイントFD2a及びFD2bを備えている。検出ポイントFD2a及びFD2bは、Y方向において直線LLbを中心として対称に配置されている。

【0111】先読み焦点検出器GDBn（n=1, 2, 3）（図示せず）と、先読み焦点検出器GDEn（n=1, 2, 3）（図示せず）とが、また、設けられている。先読み焦点検出器GDBnは、複数対の検出ポイントFB1a、FB1b；FB2a、FB2b；FB3a、FB3bを備えている。先読み焦点検出器GDEnは、複数対の検出ポイントFE1a、FE1b；FE2a、FE2b；FE3a、FE3bを備えている。各対の検出ポイントは、Y方向において互いから離れて一定の間隔をあけて設けられている。

【0112】図7に示された焦点検出系は、上述した第1の実施例と同様な方法で、オフアクシス検出器GDC1及びGDC2の検出ポイントにおいて、先読みされた各ショット領域の表面形状（すなわち、誤差量 ΔZ_f と ΔT_x ）を補正するために必要な調節量（すなわち、目標値 ΔZ_1 及び ΔZ_2 ）を再生する。それによって、露光領域の、Z方向における焦点調節とX方向（ローリング方向、すなわち横揺れ方向）におけるチルト調節とが可能となっている。

【0113】この実施例において、先読み焦点検出系GDL（GDR）と露光位置焦点検出系GDCとは、Y方向において一定距離だけ間隔をあけて設けられた複数対の検出ポイント（FAnaとFAnb；FBnaとFBnb；FCnaとFCnb；FDnaとFDnb；FEnaとFEnb）を備えていることから、ピッチング方向における先読みされたショット領域のチルト誤差量 ΔT_y は、Y方向において複数対を形成する検出ポイント（... na, ... nb）でのZ位置誤差の間の差分から検出でき、また、チルト誤差量 ΔT_y を含むショット領域の表面形状を補正するのに必要な調節量（すなわち、目標値 ΔZA_1 、 ΔZA_2 ）は、オフアクシス検出器GDC1及びGDC2の検出ポイント（FCna及びFCnb）で再生できる。

【0114】図3に示された検出ポイントFB1、FB2、及びFB3で焦点位置を検出するための検出器GDB1、GDB2、及びGDB3は、1/4縮小投影レンズ系PLの下方部に固定することによって、互いに独立した系として配置されている。しかしながら、少なくとも

もこれら3つの検出器GDB1、GDB2、及びGDB3は、共通の対物レンズ系を通して、検出ポイントFB1、FB2、及びFB3で焦点位置を検出するように構成することができる。図5に示された検出ポイントFB1、FB2、及びFB3で焦点位置を検出するための3つの検出器GDE1、GDE2、及びGDE3のグループに関しても同じことが言える。

【0115】さらに、図7に示された6つの検出ポイントFBna及びFBnb（n=1, 2, 3）で焦点位置を検出する6つの検出器のグループに関して、または、6つの検出ポイントFEna及びFEnb（n=1, 2, 3）で焦点位置を検出する6つの検出器の他のグループに関して、同じ目的のために共通の対物レンズ系を使用してもよい。そのために、複数の検出ポイントで焦点位置を検出する検出器用の共通の対物レンズ系を使用する構成を、図8を参照して簡単に説明する。

【0116】図8は、図7でY方向で見た、投影レンズと検出器との間の位置的な関係の略側面図である。検出器は、図7に示された、6つの検出ポイントFBna及びFBnb（n=1, 2, 3）と、4つの検出ポイントFA1a、FA1b、FA2a及びFA2bとに対応している。したがって、図8におけるウェハWのスキャニング方向は、当該図8の平面に対して直交する方向である。図7のいちばん左の位置でX方向において一列に配置された5つの検出ポイントFA1a、FBna（n=1, 2, 3）、及びFA2aが、図8に代表して示されている。もう1つの列の検出ポイントFA1b、FBnb（n=1, 2, 3）、及びFA2bは、（図8の紙面に対して直交する方向において）5つの検出ポイントFA1a、FBna（n=1, 2, 3）、及びFA2aに隣接している。この実施例において、これら10個の検出ポイントでの焦点位置が、対物レンズ系によって検出される。

【0117】図8に示されているように、光源（例えば、発光ダイオード、レーザーダイオード、ハロゲンランプなど）を含む照明光学系80Aからの照明光ILFが、マルチスリットプレート81Aに形成された10個の小スリットの各々を通して発せられる。前記光源は、ウェハW上のレジスト層が感光しない波長領域の光りを発することができる。10個の小スリットは、ウェハWに設定された10個の検出ポイントFBna、FBnb（n=1, 2, 3）、FA1a、FA1b、FA2a、及びFA2bに対応して配置されている。小スリットの透過光は、レンズ系82Aと反射鏡83Aとを通過して、投影系の対物レンズ84Aに入射する。そして、所望の角度だけプリズム85Aによって偏向させられ、各検出ポイントにスリット像が形成される。

【0118】照明光学系80A、マルチスリットプレート81A、レンズ系82A、反射鏡83A、対物レンズ84A、及びプリズム85Aは、斜入射光タイプの焦点

検出ユニットの投影系を構成している。図 8 に示された、マルチスリットプレート 81 A からウェハ W にわたる光路の実線は、小スリットから伝達された光りの主光線を表しており、光路における点線は、検出ポイント F B 2 a (または F B 2 b) で結像される小スリット結像光の典型的な結像光線 S L f を表している。

【0119】ウェハ W 上の各検出ポイントで反射された小スリット結像光の反射光は、プリズム 85 B、対物レンズ 84 B、反射鏡 83 B、及びレンズ系 82 B を通って、受光スリットプレート 81 B で再び結像される。プリズム 85 B、対物レンズ 84 B、反射鏡 83 B、及びレンズ系 82 B は、前記投影系に対して概ね対称に配置されている。投影マルチスリットプレート 81 A に設けられた前記小スリットに対応して配置された 10 個の受光用の小スリットが、受光スリットプレート 81 B に形成されている。これらの受光用の小スリットを伝達した光りは、受光装置 80 B によって受光される。受光装置 80 B は、複数の光電検出素子となっている。

【0120】受光装置 80 B の複数の光電検出素子として、10 個の光電検出素子が、ウェハ上の検出ポイントでの焦点位置を個々に検出できるように、受光スリットプレート 81 B の小スリットの位置に対応して設けられている。受光装置 80 B、受光スリットプレート 81 B、レンズ系 82 B、反射鏡 83 B、対物レンズ 84 B、及びプリズム 85 B は、斜入射光タイプの焦点検出ユニットの受光系を構成している。図 8 に示されたウェハ W から受光スリットプレート 81 B に向かう光路の実線は、ウェハ W によって通常的に反射された小スリットの主光線を表している。光路における点線は、検出ポイント F B 2 a (または F B 2 b) から受光スリットプレート 81 B に向かう典型的な結像光線 R S f を表している。

【0121】図 8 に示された投影系と受光系は、一体的に形成された金属製の部材に取り付けられている。それによって、構成要素の位置は、互いに対して正確に維持されている。金属製の部材は、1/4 縮小投影レンズ系 P L のレンズバレル (鏡筒) に動かないように固定されている。同じ方法で構成されたもう一つの焦点検出ユニットは、1/4 縮小投影レンズ系 P L の反対側に配置されており、図 7 に示された 10 個の検出ポイント F E n a、F E n b (n=1, 2, 3)、F D 1 a、F D 2 a、F D 1 b、及び F D 2 b で、焦点位置を個々に検出できるようになっている。

【0122】図 7 に示された前記一対の検出ポイント F C 1 a 及び F C 1 b と、前記一対の検出ポイント F C 2 a 及び F C 2 b とに関して、図 7 の Y 方向 (図 8 の紙面に対して直交する方向) に配置された投影系と受光系の各々を有する斜入射光タイプの焦点検出ユニットは、1/4 縮小投影レンズ系 P L の X 方向における両側に設けるようにしてもよい。焦点検出ポイントが図 5 に示され

たように配置された場合にも、図 8 に示された斜入射光タイプの焦点検出ユニットを、同じように適用することができる。

【0123】次に、本願発明の自動焦点合わせ/チルトコントロール系が適用されるスキャニングアライナーを、図 9 を参照して本願発明の第 3 の実施例にしたがって説明する。この実施例は、大きな基板、例えば、直径 300 mm あるいはそれ以上の直径を有する基板用のスキャニングアライナーに適用可能である。前記スキャニングアライナーは、1 X (すなわち 1 倍の) 投影光学系を備えている。前記 1 X の投影光学系は、第 1 段目のダイソン (Dyson) タイプの (カダディオプトリック (反射屈折)) 投影結像系と第 2 段目のダイソン (Dyson) タイプの投影結像系とのタンデム形の (縦に並んだ) 組み合わせで形成されている。第 1 段目のダイソントタイプ (カダディオプトリック) の投影結像系は、一対のプリズムミラー P M 1 及び P M 2 と、レンズ系 P L 1 と、凹面鏡 M R 1 とを備えている。第 2 段目のダイソントタイプの投影結像系は、一対のプリズムミラー P M 3 及び P M 4 と、レンズ系 P L 2 と、凹面鏡 M R 2 とを備えている。そのようなアライナーは、例えば、(Swanson などに付与された) 米国特許第 5、298、939 号に開示されている。

【0124】図 9 に示されたアライナーにおいて、オリジナルプレートとして設けられたマスク M と、感光性基板として設けられたプレート P とは、キャリッジ 100 に一体的に支持されている。1 X (単一の倍率) の投影光学系の投影視野に対して図 9 で見てキャリッジ 100 を左または右に移動させ、また、マスク M 及びプレート P をスキャン (走査) するように照明光 I L を移動させることによって、マスク M に設けられたパターンは、1 X (単一の倍率) の正立像としてプレート P に転写される。

【0125】このタイプのアライナー用の投影光学系の場合、プリズムミラー P M 1 の入射面とマスク M の表面との間隔と、プリズムミラー P M 4 の出射面とプレート P の上面との間隔を最小限にすることにより、結像性能 (種々の収差及び像ディストーション (像歪み)) の悪化を減少させることが望ましい。換言すれば、もし、これらの間隔を十分に減少させることができるならば、光軸 A X 1 及び A X 2 上に配置されたレンズ系 P L 1 及び P L 2 の設計は容易となる。そのため、所望の結像性能を達成するために、プリズムミラー P M 1 とマスク M との間の間隔と、プリズムミラー P M 4 とプレート P との間の間隔と、を減少することが必要である。

【0126】この状態を考慮して、この投影によって投影されたパターン像の焦点合わせをし、そしてパターン像のチルト調節をするために、第 1 の実施例 (図 3) や第 2 の実施例 (図 7、図 8) のような露光位置オフアクシスタイプの焦点検出系 G D C と先読み焦点検出系 G D

L 及び G D R とが、図 9 に示すようにプリズムミラー P M 4 の周囲に設けられており、これによって、プレート P を Z 方向及びチルト方向にわずかに移動させることにより、プレート P の表面と最適な焦点面 B F P とをプリズムミラー P M 4 の真下の露光位置で正確に一致させることができる。

【0127】さらに、図 9 に示されたように、先読み焦点検出系 G D L' 及び G D R' と、露光位置オフアキシスタイプの焦点検出系 G D C' とを、マスク M に面するように、マスク M 側でプリズムミラー P M 1 の周囲に配置することができる。これらの焦点検出系によって、プリズムミラー P M 1 に対する照明光 I L で照らされるマスク M の領域の焦点誤差とチルト誤差とを検出でき、また、これと同時に、Z 方向におけるわずかなずれ（像面の焦点ずれ）と、プリズムミラー P M 4 から所定のワーキングディスタンスだけ離れた箇所に形成される最適な焦点面（すなわち、レチクル R の共役面）のチルトずれ（像面の傾き）と、を測定することができる。

【0128】したがって、図 9 に示されたアライナーにおいて、マスク M のパターンが投影光学系によって最適な状態で投影され結像される像面と、プレート P の表面とが、スキャニング露光の間、高精度に互いに対して一致するように調節することができる。

【0129】図 9 に示されたアライナーは、マスク M とプレート P とを垂直方向に立設するように構成することができる。図 10 は、スキャニングアライナーの典型的な構造の斜視図である。このスキャニングアライナーは、垂直方向に設けられた、すなわち縦置きタイプのキャリッジを備えている。縦置きタイプのキャリッジは、マスク M 及びプレート P を垂直方向に（すなわち、縦置きに）保持し、また、投影光学系に対してマスク M 及びプレート P を一体的に移動させて、スキャニング（すなわち、走査）できるようにしている。この態様で垂直方向に保持されたマスク M 及びプレート P を有するスキャニングアライナーが、例えば、特開平 8 - 1 6 2 4 0 1 に開示されている。

【0130】図 10 を参照すると、縦置きタイプのスキャニングアライナーの全体が、固定ベース 1 2 0 A 上に構成されている。固定ベース 1 2 0 A は、固定ベース 1 2 0 A の 4 つのコーナー部とフロアとの間に介在された防振装置を備えたフロアに配置されている。サイドフレーム部 1 2 1 A 及び 1 2 1 B が、垂直方向（X 方向）に立設するように、固定ベース 1 2 0 A の両側部に設けられている。マスク M が、サイドフレーム部 1 2 1 A の内側に設けられている。一方、プレート P が、サイドフレーム部 1 2 1 B の内側に設けられている。そのため、開口部がサイドフレーム部 1 2 1 A に形成されている。サイドフレーム部 1 2 1 A のこの開口部には、照明ユニット 1 2 2 の端部が図示のように挿入されている。照明ユニット 1 2 2 は、露光用の照明光でマスク M を照らしマ

スクとプレートとのアライメントを行う光学系を備えている。

【0131】ガイドベース部 1 2 3 が、サイドフレーム部 1 2 1 A と 1 2 1 B との間でスキャニング方向（Y 方向）に伸長するように、固定ベース 1 2 0 A に設けられている。2 つの真つすくなガイドレール 1 2 3 A 及び 1 2 3 B が、互いに平行な Y 方向に伸長するように、ガイドベース部 1 2 3 に形成されている。縦置きキャリッジ 1 2 5 が、Y 方向に往復移動できるように、ガイドレール 1 2 3 A 及び 1 2 3 B 上で、流体ベアリングや磁気浮動式ベアリングによって支持されている。縦置きキャリッジ 1 2 5 は、平行に配置された 2 つリニアモーター 1 2 4 A 及び 1 2 4 B によって非接触式に Y 方向に駆動される。リニアモーター 1 2 4 A 及び 1 2 4 B は、ガイドベース部 1 2 3 に固定された固定子を備えている。

【0132】縦置きキャリッジ 1 2 5 は、マスク側キャリッジ部 1 2 5 A とプレート側キャリッジ部 1 2 5 B とを備えている。マスク側キャリッジ部 1 2 5 A は、マスク M を保持するためにサイドフレーム部 1 2 1 A の内側で垂直方向に形成されている。プレート側キャリッジ部 1 2 5 B は、プレート P を保持するためにサイドフレーム部 1 2 1 B の内側で垂直方向に形成されている。マスクテーブル 1 2 6 A が、マスク側キャリッジ部 1 2 5 A に設けられている。マスクテーブル 1 2 6 A は、マスク M を保持しながら、X Y 平面で X 方向または Y 方向にマスク M をわずかに動かし、あるいは、回転（ θ ）方向にマスク M をわずかに動かすことができる。さらに、マスクテーブル 1 2 6 A は、マスク M を保持しながら、Z 方向にマスク M をわずかに動かすことができる。他方、プレートステージ 1 2 6 B が、プレート側キャリッジ部 1 2 5 B に設けられている。プレートステージ 1 2 6 B は、プレート P を保持しながら、X Y 平面で X 方向または Y 方向にプレート P をわずかに動かし、あるいは、回転（ θ ）方向にプレート P をわずかに動かすことができる。さらに、マスクテーブル 1 2 6 A は、プレート P を保持しながら、Z 方向にプレート P をわずかに動かすことができる。

【0133】上述した特開平 8 - 1 6 2 4 0 1 に開示されているような投影光学系 P L が、この実施例において使用されている。投影光学系 P L は、複数組の（例えば、7 組の）「1 X（1 倍）」正立像タイプのダブルダイソン（Dyson）系を、X 方向に直交する方向に配置することによって構成されている。複数組のダブルダイソン（Dyson）系は、ケーシング内で一体的に組合わされ且つ収容されている。ケーシングは、X Z 平面で見れば T 字形となっている。このように構成された投影光学系 P L は、対向したサイドフレーム部 1 2 1 A 及び 1 2 1 B の上側端部から垂下することによって取り付けられている。それによって、マスク M 及びプレート P からの所定の作動距離が維持されている。

【0134】図9に示されているように、投影光学系PLの全ケーシングにおいて、マスクM側の焦点検出系GDC'、GDL'、及びGDR'がマスクMに面するようにマスクM側に設けられており、プレートP側の焦点検出系GDC、GDL、及びGDRがプレートPに面するようにプレートP側に設けられている。先読み焦点検出系GDL、GDL'、GDR、及びGDR'によって画定された検出ポイントは、複数組のダブルダイソン(Dyson)系の投影視野に一致するように設定することができ、または、投影視野の配置にかかわらず所定の間隔で配置することができる。

【0135】図11は、図10に示された投影光学系PLのケーシングに設けられたマスクM側の焦点検出系GDC'、GDL'、及びGDR'の検出器のレイアウトの一例の斜視図である。複数組のダブルダイソン(Dyson)系の有効な投影視野DF1、DF2、DF3、DF4、DF5・・・は、スキヤニング方向に直交するX方向に細長い台形状の領域として設定されている。台形状の投影視野DFn(n=1、2、3・・・)は、各隣接する対のダブルダイソン(Dyson)系の台形状の投影視野が、X方向で見て傾斜側だけ互いに重なるように配置されている。

【0136】マスクM側に設けられた投影視野DFnのみが、図11に図示されているが、プレートP側の投影視野も同じように配置されている。例えば、図11に示された投影視野DF2は、2つの凹面鏡MR2a及びMR2bを含む、図9に示されたようなダブルダイソン(Dyson)系によって画定されている。投影視野DF4は、2つの凹面鏡MR4a及びMR4bを含むダブルダイソン(Dyson)系によって画定されている。

【0137】図11に示されたように、先読み焦点検出系GDL'用の検出器GDA1'、GDB1'、GDB2'・・・、GDA2' (GDA2'は図11に示されていない)と、先読み焦点検出系GDR'用の検出器GDD1'、GDE1'、GDE2'・・・、GDD2' (GDD2'は図11に示されていない)とが、複数の投影視野DFnの両側(スキヤニング方向に対して前側及び後側)に配置されている。また、露光位置焦点検出器GDC1'及びGDC2' (検出器GDC2'は、図11に図示されていない)が、スキヤニング方向に対して直交するX方向における、複数の投影視野DFnの全体のアレイ(配列)の両端に配置されている。

【0138】上述した焦点検出器の各々は、例えば、空気マイクロメータタイプの静電気ギャップセンサとなっている。上述した焦点検出器の各々は、代わりに、斜入射光タイプの焦点検出器とすることもできる。マスクMで検出を行う焦点検出器のみが、図11に図示されているが、複数の検出器が、プレートPを検出できるように、同様に、焦点検出系GDC、GDL、及びGDRに配置されている。

【0139】複数組のダブルダイソン(Dyson)系の種々の光学的な特性を調節するための調節部KD1及びKD2が、図11に示された投影光学系PLのケーシングのサイド部に設けられている。そのため、もし、マスクM側またはプレートP側における最適な焦点面の位置が、光学的な特性調節によって図11のZ方向において変化したならば、Z方向位置を調節する機構、すなわち、各焦点検出器によって最適な焦点面として検出された機械的な(光学的な)焦点オフセットを設定する機構が設けられる。

【0140】この機構は、例えば、光路の長さを光学的に変えるように、Z方向における焦点検出器の位置を機械的に調節する機構とすることができる。または、この機構は、例えば、光路の長さを光学的に変えるように、最適な焦点位置として評価された位置を焦点検出器によってZ方向に光学的に調節する機構とすることができる。代わりに、マスクまたはプレートは、焦点誤差を表す検出信号に応じてZ方向に焦点合わせを行うことができるように、自動的に調節される。そして、オフセットが、Z方向において、その移動された位置に加えられる。

【0141】次に、本願発明にかかわる第4の実施例を、図12を参照して説明する。この実施例は、投影レンズ系PLの投影端部を、上述したように液体に浸しながら投影露光を行う装置に適用可能となっている。図12は、前記装置のうち投影レンズ系PLの端からウェハホルダーWHまでの部分の断面図である。

【0142】平坦な下面Peと凸状の上面とを備えた正レンズ素子LE1が、レンズバレル(鏡筒)の内側の、投影レンズ系PLの端に固定されている。この正レンズ素子LE1の下面Peは、レンズバレルのいちばん端の端面と同一平面となるように仕上げ加工されている。その結果、液体LQの流れの乱れが、最小限度になっている。液体LQに浸された投影レンズ系PLのレンズバレル端部に、図1に示されたものと同様な、先読み焦点検出系GDL及びGDRと露光位置焦点検出系GDCとからなる検出器が取り付けられている。その結果、それらのいちばん端の端部が、液体LQに浸されている。

【0143】真空吸引によってウェハWの裏面を引きつける複数の吸引面113が、ウェハホルダーWHの中央内側底部に形成されている。より具体的に説明すれば、吸引面113は、複数の円形帯状のランド部を備えている。円形帯状のランド部は、高さが約1mmとなっている。また、円形帯状のランド部は、ウェハWの直径方向に所定のピッチをもって、互いに同心状に形成されている。円形のランド部の中央部分に形成された溝の各々は、ウェハホルダーWHの管112に連通している。管112は、真空吸引を行う真空源に接続されている。

【0144】この実施例において、投影レンズ系PLの端にある正レンズ素子LE1の下面Peと、最適な焦点

状態におけるウェハWの上面（または、補助プレート部HRSの上面）との間の間隔（実質的な作動距離）、すなわち、投影光路が形成される液体LQの厚さは、5mmまたはそれ以下に設定されている。したがって、ウェハホルダーWHに満たされた液体LQの深さHqは、この厚さ（5mmまたはそれ以下）よりも2倍ないし数倍大きくすることができる。そして、ウェハホルダーWHの周囲端に垂直に形成された壁部LBの高さは、約10mmないし25mmとなっている。したがって、この実施例においては、投影レンズ系PLのワーキングディスタ
10 タンスに対応する結像光路における液体LQの厚さが減少され、その結果、ウェハホルダーWHに満たされた液体LQの全容積はより小さくなり、液体[LQ]の温度制御がより容易となっている。

【0145】投影光路が形成される液体LQの領域において、露光光がその領域を通過するとき、照明エネルギーが吸収される。その結果、放射熱変動がに起こり易くなっている。もし、液体LQの深さHqが小さいならば、そのような放射熱変動による温度上昇が容易に生じ、温度制御の安定性が減少するという悪影響が生じて
20 しまう。そのような場合において、大量液体層における放射熱変動の影響を消失させるために、液体LQの深さHqの値を実質的なワーキングディスタンスの数倍の値に設定することによって、良好な効果を得ることができる。

【0146】焦点検出系GDL、GDR、及びGDCを光学的なタイプの検出系として図12に示されたような液浸式の投影系に設けるために、ウェハWの表面や補助プレート部HRSの表面に斜めに入射する投影ビーム（光束）と、この表面から反射されたビームとが、液体
30 LQと空気との間の界面を交差するのを防止している。そのため、そのような液浸式の投影タイプのアライナーに適した焦点/チルト検出系の一例を、図13を参照して説明する。

【0147】図13は、投影レンズ系PLの付近に配置された焦点検出系GDLの構成を示している。他の焦点検出系GDR及びGDCは、焦点検出系GDLが構成されているのと同様に構成されている。図13において、図12に示された構成要素と同じ構成要素は、同じ参照
40 符号や参照数字によって示されている。

【0148】図13を参照すると、ガラスブロックで形成されたプリズムミラー200が、投影レンズ系PLの周辺部付近に固定されている。プリズムミラー200は下方部を備えており、その下方部は液体LQに浸されている。プリズムミラー200は、反射面200a及び200bを備えている。反射面200a及び200bの一部は、液体LQに浸されている。プリズムミラー200は、また、平坦面200c及び200dを備えている。投影されるビームや反射されるビームは、平坦面200
c及び200dを通過して、プリズムミラー200のガラ

スから液体LQ内に進み、あるいは、液体LQからガラス内に進む。プリズムミラー200は、また、平坦な上面を備えている。

【0149】マルチスリットプレート205が、コンデ
ンサーレンズまたは円筒形レンズ203を通して、発光ダイオード(LED)やレーザーダイオード(LD)のような光源202からの（ウェハW上のレジストに対して化学線作用のない波長を有する）光りLKで照らされている。これによって、焦点/チルト検出用の投影ビ
ムが形成されている。焦点検出系GDLの検出ポイント（領域）FAn及びFBnに対応する複数の透過スリットが、マルチスリットプレート205に形成されてい
る。各透過スリットからの光りは、ビームスプリッター207によって反射され、そして、対物レンズ209に
入射して、ウェハWの上面にスリット像を形成する結像ビームとして収束する。

【0150】対物レンズ209から出た結像ビームは、プリズムミラー200の上端面を通過してプリズムミラー200に入り、反射面200aによって通常のように反
射し、平坦面200cを通過して液体LQに入り、ウェハWの表面に斜めから入射し、これによって、ウェハWを照らしている。ウェハWによって反射されたビームは、反対側の平坦面200dを通過してプリズムミラー200に
入り、反射面200bによって通常のように反射され、プリズムミラー200の上端面を通過してプリズムミラー200から出て進む。この反射された光ビームは、対物
211を通過し、対物レンズ211の瞳孔位置に配置された反射ミラー213によって反射される。

【0151】反射ミラー213によって反射されたビ
ムは、対物レンズ211を通過して反対方向に進み、再び、プリズムミラー200の反射面200bと平坦面200dを経て進み、再びウェハWを照らす。ウェハWによって再び反射された光ビームは、プリズムミラー200の平坦面200cと反射面200aとを経て進み、ビ
ームスプリッター207を通過して、光電検出器215に入射する。光電検出器215は、マルチスリットプレ
ート205に対応する光を受光する複数の素子となっている。光電検出器215は、それぞれ、検出ポイントF
An及びFBnに関する検出信号を別々に出力する。

【0152】したがって、図13に示された焦点/チ
ルト検出系は、ウェハWによって反射された投影ビームがウェハWによって再反射される複光路系として配置されている。そのため、その焦点/チルト検出系は、単一光
路系と比較して、Z方向におけるウェハWの表面位置の誤差検出に関して、より高い感度を備えることができ
る。

【0153】この実施例において、ガラスブロック（プ
リズムミラー200）が、焦点/チルト検出系のいちばん端に設けられており、また、そのガラスブロックは、
その一部が液体LQに浸されるように位置決めされてい

る。その結果、投影ビームと反射ビームとは、液体 LQ と空気との間のいかなる界面を通過することはない。したがって、これにより、安定したビームの光路が設けられている。さらに、投影ビームまたは反射ビームが通過する液体 LQ の光路の有効長さは、プリズムミラー 200 によって減少し、それによって、Z 位置を測定するとき、液体 LQ の温度変化により精度の低下を避けることができる。

【0154】図 1 及び図 5 に示したウェハホルダー WH の構造の変更例を、図 14 及び図 15 を参照して説明する。図 14 は、液浸式の露光を行う投影露光装置に取り付けられるウェハホルダー WH の断面図である。この例においては、圧電素子のような微動調節可能な Z-駆動ユニット 220 が設けられている。Z-駆動ユニット 220 は、ウェハ W を支持する吸引面 113 を囲む補助プレート部 HRS をわずかに移動させることができる。微動調節可能な Z-駆動ユニット 220 は、約数十マイクロメートルのストロークだけ、Z 方向に補助プレート部 HRS を移動させる。

【0155】もし、ウェハホルダー WH の吸引面 113 上に設けられたウェハ W の表面の高さと補助プレート部 HRS の表面の Z 方向における高さとの間の差が、許容差よりも大きいならば、この Z-駆動ユニット 220 を使用して、補助プレート部 HRS の表面の高さを補正して、前記許容差よりも小さい値に前記差を減少させることができる。

【0156】図 5 を参照して上述したように、補助プレート部 HRS の表面は、ウェハ W の周辺部のショット領域 SA1 が露光されるとき、ウェハ W の外側に設けられた焦点検出ポイント FA1 (または、FA2)、FC1 (または FC2)、及び FD1 (または FD2) 用の代替的な検出表面として機能している。しかしながら、ウェハ W の内側のショット領域 SA2 (図 5 参照) が露光されるとき、これらの焦点検出ポイントはウェハ W 上に位置決めされる。そのため、補助プレート部 HRS の表面及びウェハ W の表面の一方の上に独占的に位置決めされない検出ポイントを有する焦点検出器 GDA1、GDA2、GDC1、GDC2、GDD1、及び GDD2 は、これらの表面の各々の上で Z 位置が正確に測定されなければならない。すなわち、補助プレート部 HRS の表面及びウェハ W の表面の Z 方向における位置が、各焦点検出器 GDA_n、GDC_n、及び GDD_n の線形焦点測定範囲内に位置している必要がある。

【0157】例えば、もし、焦点検出器の線形焦点測定範囲が ±10 マイクロメートルならば、補助プレート部 HRS の表面及びウェハ W の表面の Z 位置ずれは、数マイクロメートルの範囲内に制限される。しかしながら、ウェハの厚さは、SEMI (半導体製造装置材料協会) 標準によって決定された公差で変化する。使用可能な全てのウェハの厚さを数マイクロメートルの範囲内に制限

することは困難である。

【0158】そのため、露光される前に、ウェハ W が図 14 に示されたウェハホルダー WH に引きつけられたとき、ウェハ W 表面の適切な部分の Z 位置 (例えば、周辺ショット領域の中央部分) と補助プレート部 HRS の表面の Z 位置との間の差が、焦点検出系 (GDL、GRD、GDC) の 1 つを使用することによって測定され、その後、露光が行われる。もし、その差が許容範囲 (例えば、数マイクロメートル) を越えているならば、図 14 に示された微動調節可能な Z-駆動ユニット 220 を制御することによってその差が許容範囲内に収まるように、補助プレート部 HRS の高さが調節される。図 14 に示されたウェハホルダー WH が液体 LQ で満たされることから、微動調節可能な Z-駆動ユニット 220 は防水処理されており、これによって、液体の当該ユニットへの入り込みが防止されている。

【0159】次に、図 15 に示された構成を説明する。図 15 は、大気中でウェハを露光するのに適した、ウェハホルダー WH と ZL ステージ 30 とを備えた構造の変更例の断面図である。図 14 に示された構成要素に対応する構成要素が、同じ参照符号や参照数字によって示されている。図 15 を参照すると、ウェハホルダー WH は、チャックとして構成されている。ウェハ W を支持するための吸引面 113 のみがウェハホルダー WH に形成されている。ウェハホルダー WH は ZL ステージ 30 に固定されている。

【0160】補助プレート部 HRS が、微動調節可能な Z-駆動ユニット 220 によって ZL ステージ 30 に取り付けられている。Z-駆動ユニット 220 は、補助プレート部 HRS と ZL ステージ 30 との間に介在されている。Z 方向とチルト運動方向に ZL ステージ 30 を駆動する 3 つの Z-アクチュエーター 32A、32C、及び 32B (32B は図 15 に図示せず) の各作用ポイント PV が、ウェハホルダー WH のウェハ取付面 (吸引面 113) と実質的に同じ高さにある ZL ステージ 30 の周辺部のポイントに設定されている。

【0161】また、図 15 に示されているように、補助プレート部 HRS の高さは、図 14 に示されたのと同じ方法で、微動調節可能な Z-駆動ユニット 220 を使用することによって、ウェハ W の上面の高さに調節される。作用ポイント PV の高さは、ウェハ表面と同じ高さに設定される。図 15 に示された ZL ステージ 30 の構造と Z-アクチュエーター 32A、32C、及び 32B の構造は、図 1 に示されたライナーにも適用可能である。また、図 14 のウェハホルダー WH を図 15 の ZL ステージ 30 に取り付けることにより、液浸式の投影露光装置や液浸式の投影露光方法に適した焦点合わせ及びチルト運動ステージを形成することができる。

【0162】本願発明は、露光装置への適用に関して説明した。しかしながら、上述した実施例は、本願発明の

範囲を離れることなしに、種々の方法で変更することができる。例えば、大気中で投影露光を行うアライナーの場合に、焦点検出系 GDL、GDR、及び GDC は、静電容量タイプのギャップセンサや空気マイクロメータタイプのギャップセンサを備えることができる。また、本願発明は、例えば、露光光として、水銀放電ランプから放出される g 線 (463 nm) または i 線 (365 nm) や KrF エキシマーレーザーから放出されるパルス光 (248 nm) を使用する、ステップアンドリピートタイプ、ステップアンドスキャンタイプ、及び「1X (1 倍)」スキャンタイプのどのタイプの投影アライナーにも適用可能である。

【0163】本願発明によれば、投影アライナーに取り付けられた投影光学系のワーキングディスタンスがきわめて小さい値に設定されている一方で、露光位置での正確な焦点合わせやチルト制御を実現することができ、それによって、投影光学系の光学設計における種々の収差の補正やディストーションの補正が容易となり、像面の近くに位置決めされた透明な光学素子のサイズを特に小さくできる。

【0164】本願発明の上述した実施例にかかわる焦点合わせ／チルト制御系の各々は、一定のタイプの投影露光装置に適用可能である。しかしながら、本願発明は、また、ビーム加工（製造）装置、描画装置、及び検査装置などのための焦点／チルト検出系にも適用可能であり、半導体製造に限定されるものではない。これらのビーム加工装置、描画装置、及び検査装置には、光学的または電気光学的な対物レンズ系が設けられている。本願発明は、基板、被検物、または被加工物上の焦点を検出するための焦点検出系として、前記光学的または電気光学的な対物レンズ系に適用できる。

【0165】図 16 は、レーザービームや電子ビームで被加工物を加工する装置あるいは被加工物上にパターンを描画する装置の対物レンズ光学系に適用された焦点検出系の構成を示している。図 17 は、図 16 に示された焦点検出系の検出ポイントの平坦なレイアウトを示している。

【0166】図 16 を参照すると、加工または描画用のビーム LBW が、スキャンミラー 300 によって、一次元的にまたは二次元的に偏向させられ、そして、レンズ系 301、固定ミラー 302、及びレンズ系 303 を通って、ビームスプリッター 304 に入射する。ビーム LBW は、ビームスプリッター 304 によって反射され、わずかなワーキングディスタンスを有する高解像度の対物レンズ系 305 に入射する。ビーム LBW は、対物レンズ系 305 によって、被加工物 WP 上の、所定の形状（例えば、可変長方形形状）を有する小さなスポットに集光される。

【0167】被加工物 WP は、図 14 または図 15 に示されたようなものと同じウェハホルダー WH に引きつけ

られ、固定されている。補助プレート部 HRS は、被加工物 WP の周囲でウェハホルダー WH に一体的に取り付けられている。ウェハホルダー WH は、図示されていない XYZ ステージに固定されており、この XYZ ステージは、水平方向や図 16 で見て紙面に対して直交する方向に二次元的に移動可能となっている。ウェハホルダー WH は、また、垂直方向（Z 方向）にわずかに移動して、焦点合わせができるようになっている。

【0168】図 16 に示された装置には、また、観測、アライメント、または照準合わせ用の照明光を発するための光ファイバー 310 と、上記ビームスプリッター 304 に照明光を案内するビームスプリッター 311 及びレンズ系 312 と、受光装置（例えば、フォトマルチプライヤー、撮像管、CCD など）314 とが設けられている。受光装置 314 は、被加工物 WP から、対物レンズ系 305 を通して得られた、反射光や散乱し回折した光などを光電的に検出できるようになっている。

【0169】先読み焦点検出系 GDL 及び GDR と、加工位置焦点検出系 GDC とが、対物レンズ系 305 の周囲に設けられている。図 17 は、対物レンズ系 305 の視野 305A と、視野 305A の周辺に配置された焦点検出系の検出ポイントの平坦なレイアウトを示している。便宜上、視野 305A の中心は、XY 座標系の原点に設定されている。視野 305A の長方形領域は、スキャンミラー 300 によって引き起こされるビーム LBW の偏向により、該ビーム LBW のスポットがスキャン（すなわち、走査）する範囲を示している。

【0170】焦点検出器 GDA1、GDBn、及び GDA2 が、対物レンズ系の視野 305A の左側サイド上に配置されており、その結果、検出ポイント FA1、FB1、FB2、FB3、及び FA2 が、Y 軸に平行な列となるように設定されている。また、焦点検出器 GDD1、GDEn、及び GDD2 が、視野 305A の右側サイド上に配置されており、その結果、検出ポイント FD1、FE1、FE2、FE3、及び FD2 が、Y 軸に平行な列となるように設定されている。

【0171】一方、焦点検出器 GDC1 が視野 305A の上方に設けられている。そして、3つの検出ポイント FD1a、FD1b、及び FD1c が、2つの検出ポイント FA1 及び FD1 を通り X 軸に平行なライン上に配置されるように、焦点検出器 GDC1 は設定されている。他方、焦点検出器 GDC2 が視野 305A の下方に設けられている。そして、3つの検出ポイント FD2a、FD2b、及び FD2c が、2つの検出ポイント FA2 及び FD2 を通り X 軸に平行なライン上に配置されるように、焦点検出器 GDC2 は設定されている。この実施例において、被加工物 WP が X 方向に移動する間、一組の焦点検出器 GDA1、GDBn、及び GDA2 と、一組の焦点検出器 GDD1、GDEn、及び GDD2 とが、焦点先読み機能として選択される。一方、被加

工物WPがY方向に移動する間、焦点先読み機能は、一組の焦点検出器GDA1、GDC1、及びGDD1と、一組の焦点検出器GDA2、GDC2、及びGDD2とを選択することによって達成される。この実施例は、焦点検出器GDBn、GDC1、GDC2、及びGDEnの検出ポイントを変えることにより、加工位置の焦点を検出できるように構成されている。例えば、被加工物WPが、図16の左側サイドから右側サイドにかけてX軸に沿って移動するとき、検出ポイントFA1、FB1、FB2、FB3、及びFA2を使用して先読みを行いながら、検出ポイントFD1a及びFD2aと、検出ポイントFD1b及びFD2bと、検出ポイントFD1c及びFD2cとからなる3対の検出ポイントのうち一对の検出ポイントを、加工位置の焦点を検出するために選択することができる。

【0172】この構成は、下記の効果を達成できるように意図されている。すなわち、加工用または描画用の光ビームLBWのスポット位置が、スキャニング範囲305Bで変化する。そのため、例えば、光ビームLBWのスポットが、図17に示されるようなスキャニング範囲305Bの最も左端に位置決めされたとき、2つの検出ポイントFD1a及びFD2aを選択して、加工位置の焦点検出を行うことができる。光ビームLBWのスポットが、スキャニング範囲305Bの最も右端に位置決めされたとき、2つの検出ポイントFD1c及びFD2cを選択して、加工位置の焦点検出を行うことができる。

【0173】この方法において、焦点制御やチルト制御の再現性と精度とが改善される。図16に示されたホルダーWHは、XYステージ上で、焦点合わせ(Z)方向とチルト運動方向にわずかに移動する。この移動を行うための駆動系と制御系として、実質的な変更を行うことなしに図4に示されたものを使用できる。

【0174】上述したように、図16及び図17に示された焦点検出系は、被加工物WPの二次元運動方向の各々において焦点の先読み検出ができるように、また、加工位置に関する焦点検出ポイントが、視野305Aにおけるビームスポットの位置に応じて選択できるように構成されている。その結果、被加工物WPの周辺部でさえも、正確に焦点合わせがなされた状態で精密に加工(結像)され、または、パターン結像が、そのような状態で被加工物WP上に行われる。

【0175】本願発明の焦点/チルト検出系が適用可能な検査装置の概要を、図18を参照して説明する。図18は、フォトリソグラフィー用のマスクやレチクルに写されたパターンの欠陥、あるいは、基板に形成された、半導体装置や液晶ディスプレイ装置の回路パターンの欠陥を光学的に検査する装置の例を示している。

【0176】最近、対物レンズ光学系を通して被検査パターンを拡大することによって、また、CCDカメラなどによりその拡大された被検査パターンの拡大像を形成

することによって、さらに、そのような像から得られた像信号を分析することによって、被検物(基板)に形成された被検査パターンの品質を検査したり異質の粒子などの異物や損傷の存在及び非存在を検査する技術が、この種の検査装置に積極的に導入されている。

【0177】そのような場合、被検査パターンの像が正確に拡大されるように、精度を改善することが重要である。そのため、解像度が高く視野サイズの大きい、しかも、最小限の収差とディストーションで像を形成できる対物レンズ系が要求される。そのような対物レンズ系は、当然に、ワーキングディスタンスが小さくなっており、また、焦点検出が対物レンズ系を通して行われるように、通常、スルーザレンズ(TTL)タイプとして設計される。しかしながら、TTL光学焦点検出系は、検出感度(被検物を焦点合わせする際の誤差に対する検出信号の変化量)を制限する問題を伴ってしまう。なぜなら、対物レンズ系の開口数(NA)が制限されるからである。

【0178】もし、TTL焦点検出系が、検査用の照明光の波長と異なる波長を有する光りを使用するように形成されているならば、対物レンズ系の光学的設計を行う場合、検査用の照明光の波長帯域と焦点検出照明光の波長帯域とを考慮して、収差を補正しなければならない。そのような場合、レンズは、検査用の照明光に対して最適に設計できるとは限らない。

【0179】そのとき、図18に示されているように、複数組の焦点検出系GDC、GDL、及びGDRが、対物レンズ330の周囲に設けられ、これにより、図16及び図17に示された焦点検出系と同じ方法で検査を行うことができるようになっている。検査すべき被検物WPは、例えば、パターンPaが下面に形成されたマスクとなっている。被検物WPは、その周辺端で、二次元方向に移動可能なフレーム状のステージ331により、支持されている。ステージ331は開口部を備えている。対物レンズ330は、上側を向いた状態で、ステージ331の移動を案内するベース部材332に取り付けられている。パターンPaの局部領域の拡大像は、ビームスプリッター334とレンズ系335とを通過して、撮像装置336の像面に結像する。

【0180】被検物WPの反対側には、照明光学系のコンデンサーレンズ338が、対物レンズ330の軸AXと同軸に配置されている。光ファイバー340からの照明光は、コンデンサーレンズ341と、照明視野絞り342と、レンズ系343とを通過して進み、コンデンサーレンズ338に入射するようになっている。それによって、被検物WPのうち対物レンズ330の視野に対応する領域が、一様な照度で照らされる。

【0181】上述した構成において、焦点検出系GDC、GDL及びGDRは、上側でパターンPaに面するように、対物レンズ330と一緒にベース部材332に

取り付けられている。複数の焦点検出器（複数の検出ポイント）が、先読み可能な焦点検出系GDL及びGDRに設けられている。一方、少なくとも一対の焦点検出器が、検査ポイントで検出可能な焦点検出系GDCに設けられている。

【0182】また、図18に示した焦点検出系において、ステージ331上の被検物WPは、光軸AXに沿って垂直方向に移動できるようにしてもよく、または、図4に示されたような制御回路を使用することによって焦点検出器により検出された焦点位置情報に基づいてチルト10 できるようにしてもよい。しかしながら、図18に示された検査装置においては、撮像装置336によって結像されたパターンPaの拡大像の品質が高くなるという効果のみが得られれば十分である。そのため、被検物WPを垂直方向に移動させる手段の代わりに、対物レンズ330またはレンズ系335を光軸AXに沿ってわずかに移動させるための焦点調整装置352Aまたは352Bを設けることができる。

【0183】被検物WPとして設けられたマスクパターンPaを下方に向くように位置決めする検査装置を、図18の例を参照して説明する。言うまでもなく、この実施例は、パターンPaを上に向け対物レンズを下に向けた検査装置にも直接的に適用できる。図18に示された装置において、パターンPaの伝達された像は、同軸に設けられた透過照明系によって検査される。

【0184】しかしながら、前記透過照明系は、同軸の反射照明光がビームスプリッター334を通して図18の矢印350の方向に導入されるように、変更することができる。そのような場合、撮像装置336によって受光された拡大像は、パターンPaからの反射光を結像す30 ることによって形成される。

【0185】さらに、他の方法を用いることもできる。その方法においては、所望の形状を有する透過部を備えた空間フィルターが、照明光学系の光路またはその結像光学系に形成されたフーリエ変換平面の位置に取り外し可能に設けられている。これにより、パターンPaの明視野像または暗視野像が、撮像装置336に選択的に結像できるようになっている。

【0186】この開示は例示されたものであり、本願発明が、この開示に限定されるものではない。さらに、この開示の観点から当業者にとって別の変更例は明らかであり、かかる変更例は、添付した請求項の範囲に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本願発明の第1の実施例におけるスキヤニング投影露光装置（アライナー）を示す線図である。

【図2】図2は、スキヤニングシーケンスを説明するための略斜視図である。

【図3】図3は、図1に示された投影レンズ系の端の付

近に設けられた焦点検出系の配置の略斜視図である。

【図4】図4は、図1に示されたAFコントロールユニット回路構造の回路ブロック線図である。

【図5】図5は、図1に示された装置のウェハ上における、投影視野と焦点合わせ用のセンサとの間の位置関係の平面図である。

【図6】図6Aは、図1に示された装置の焦点合わせ作用とチルト作用との線図である。図6Bは、図1に示された装置の焦点合わせ作用とチルト作用との線図である。図6Cは、図1に示された装置の焦点合わせ作用とチルト作用との線図である。図6Dは、図1に示された装置の焦点合わせ作用とチルト作用との線図である。

【図7】図7は、本願発明の第2実施例における焦点／チルト検出系の検出領域のレイアウトの平面図である。

【図8】図8は、図7に示された焦点／チルト検出系の変更例のレイアウトの側面図である。

【図9】図9は、本願発明がスキヤニング露光装置（スキヤニングアライナー）に適用される、本願発明の第3実施例の略線図である。

【図10】図10は、図9に示されたスキヤニングアライナーに適用される縦置きキャリッジの斜視図である。

【図11】図11は、図9に示された投影アライナーに設けられた、投影光学系と焦点検出系との斜視図である。

【図12】図12は、本願発明の構成が液浸式投影露光装置に適用された場合における本願発明の第4の実施例の断面図である。

【図13】図13は、液浸式投影露光装置に適した焦点／チルト検出系の光路レイアウトの例を示す線図である。30

【図14】図14は、ウェハホルダーの変更例の断面図である。

【図15】図15は、ウェハホルダーの変更例の断面図である。

【図16】図16は、本願発明の焦点検出センサが適用される、製造装置、結像装置、または描画装置の1例を示す線図である。

【図17】図17は、図16に示された装置に適用される焦点検出系の典型的なレイアウトを示す平面図である。40

【図18】図18は、本願発明の焦点／チルト検出系が適用される典型的な検査装置の構造を概略的に示している線図である。

【符号の説明】

10 照明系	11 ミラー
12 集光レンズ系	13 柱状構造体
14 レチクルステージ	15 モーター
16 移動鏡	17 レーザー干渉計システム
20 レチクルステージコントローラー	

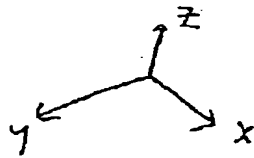
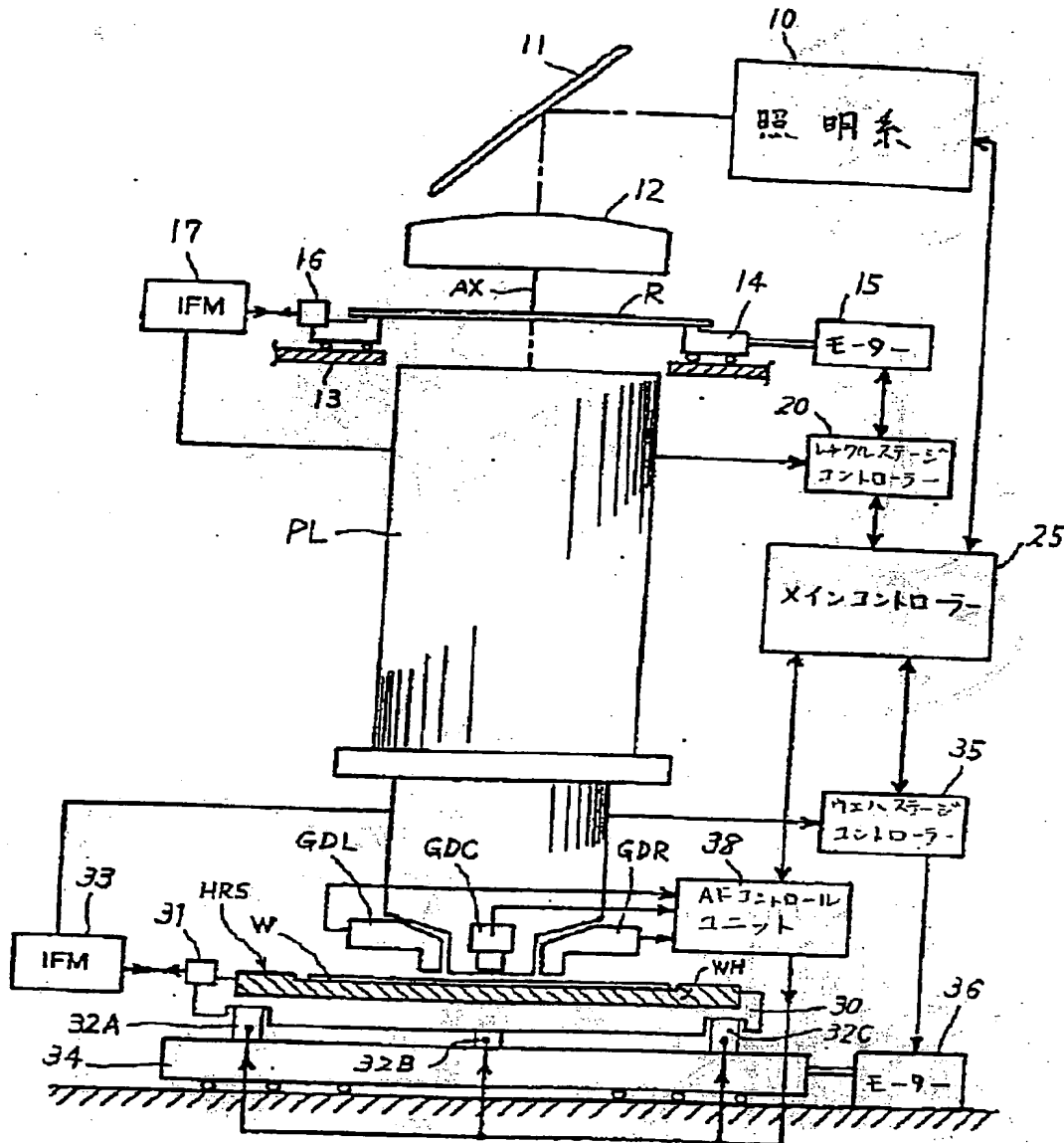
25	メインコントローラ	30	ZLステー	ズ系			
ジ				310	光ファイバー		
31	移動鏡	32A	Z-アク	ブリッター	311	ビームス	
チュエーター				312	レンズ系	314	受光装置
32B	Z-アクチュエーター	32C	Z-アク	330	対物レンズ	331	ステージ
チュエーター				332	ベース部材	335	レンズ系
33	レーザー干渉計	34	XYステー	334	ビームスブリッター	336	撮像装置
ジ				341	コンデンサーレンズ	342	照明視野
35	ウェハステージコントローラ			絞り			
36	駆動モーター	52	位置監視回	343	レンズ系	338	コンデン
路				サーレンズ			
54	第1の計算器	56	第2の計算	352A	調整装置	352B	調整装
及び記憶回路				置			
58	第3の計算及び駆動回路	80A	照明光学	AX	光軸	Cp	像視野
系				Ep	射出瞳	FA1	検出ボイ
80B	受光装置	81A	マルチスリ	ント		FB2	検出ボイ
ットプレート				FB1	検出ポイント	FA2	検出ボイ
81B	受光スリットプレート	82A	レンズ系	ント		FC2	検出ボイ
82B	レンズ系	83A	反射鏡	FB3	検出ポイント	GDR	焦点検出
83B	反射鏡	84A	対物レン	ント		GDA2	検出器
ズ				FC1	検出ポイント	GDB2	検出器
84B	対物レンズ	85A	プリズム	ント		GDD1	検出器
85B	プリズム	100	キャリッ	GDL	焦点検出系	GDE1	検出器
ジ				系		GDE3	検出器
112	管	113	吸引面	GDA1	検出器	GDC1	検出器
120A	固定ベース	121A	サイド	GDB1	検出器	HRS	補助ブレ
フォーム部				GDB3	検出器	IL	照明光
121B	サイドフォーム部	122	照明ユニ	GDD2	検出器	LGa	前方グル
ット				GDE2	検出器	LLa	直線
123	ガイドベース部	123A	ガイド	GDC	焦点検出系	LLc	延長線
レール				GDC2	検出器	LQ	液体
123B	ガイドレール	125A	マスク	ート部		LK	光り
側キャリッジ部				IA	パルス照明光	M	マスク
125B	プレート側キャリッジ部	126A	マスク	ILF	照明光	MR2	凹面鏡
テーブルA				ーブレンズ系		MR2b	凹面鏡
126B	プレートステージ	200	プリズム	LGb	後方グループレンズ系	P	プレート
ミラー				LLb	直線	Pe	平坦な下面
200a	反射面	200b	反射面	LE1	正レンズ素子	PM1	プリズム
200c	平坦面	200d	平坦面	LB	壁部	PM3	プリズム
202	光源	205	マルチス	LBW	ビーム	PV	作用ポイン
リットプレート				MR1	凹面鏡		
207	ビームスブリッター	209	対物レン	MR2a	凹面鏡		
ズ				NT	切欠き		
211	対物レンズ	213	反射ミラ	Pa	回路パターン領域		
ー				PL	投影レンズ系		
215	光電検出器	220	Z-駆動	ミラー			
ユニット				PM2	プリズムミラー		
300	スキャニングミラー	301	レンズ系	ミラー			
302	固定ミラー	303	レンズ系	PM4	プリズムミラー		
304	ビームスブリッター	305	対物レン	ト			

R レチクル
S A a ショット領域
領域

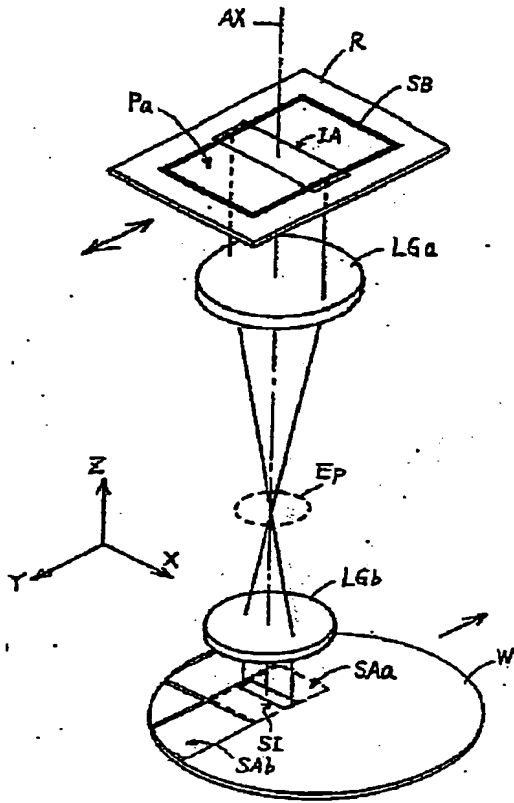
R S f 結像光線
S A b ショット
S B 遮蔽帯
S L f 結像光線
WH ウェハホルダー

S I 投影像
W ウェハ

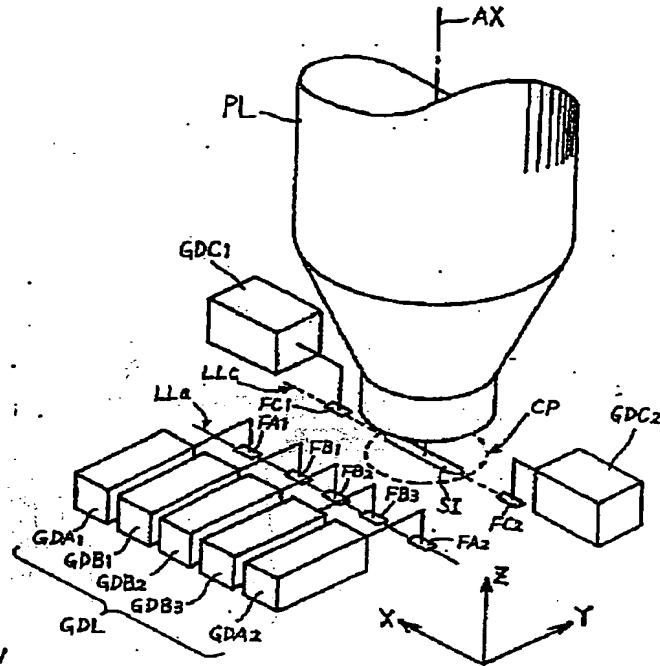
【図1】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 6 】

Fig. 6A

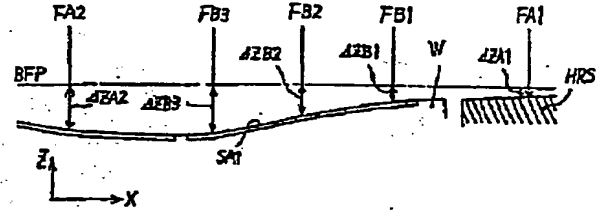


Fig. 6B

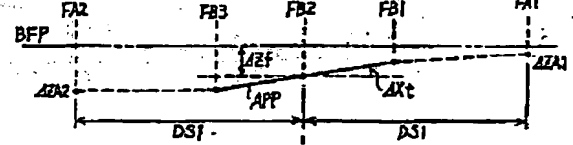


Fig. 6C

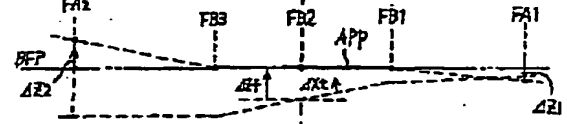
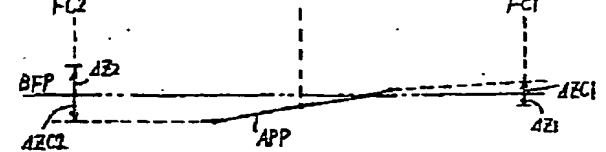
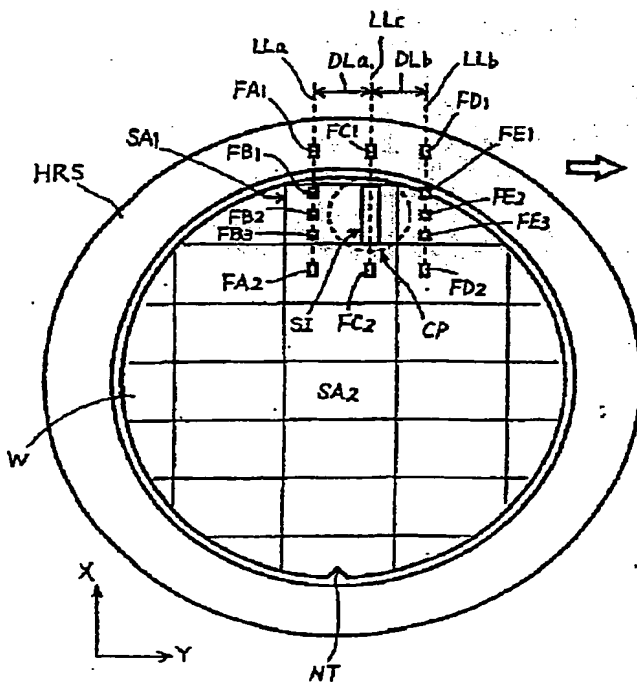


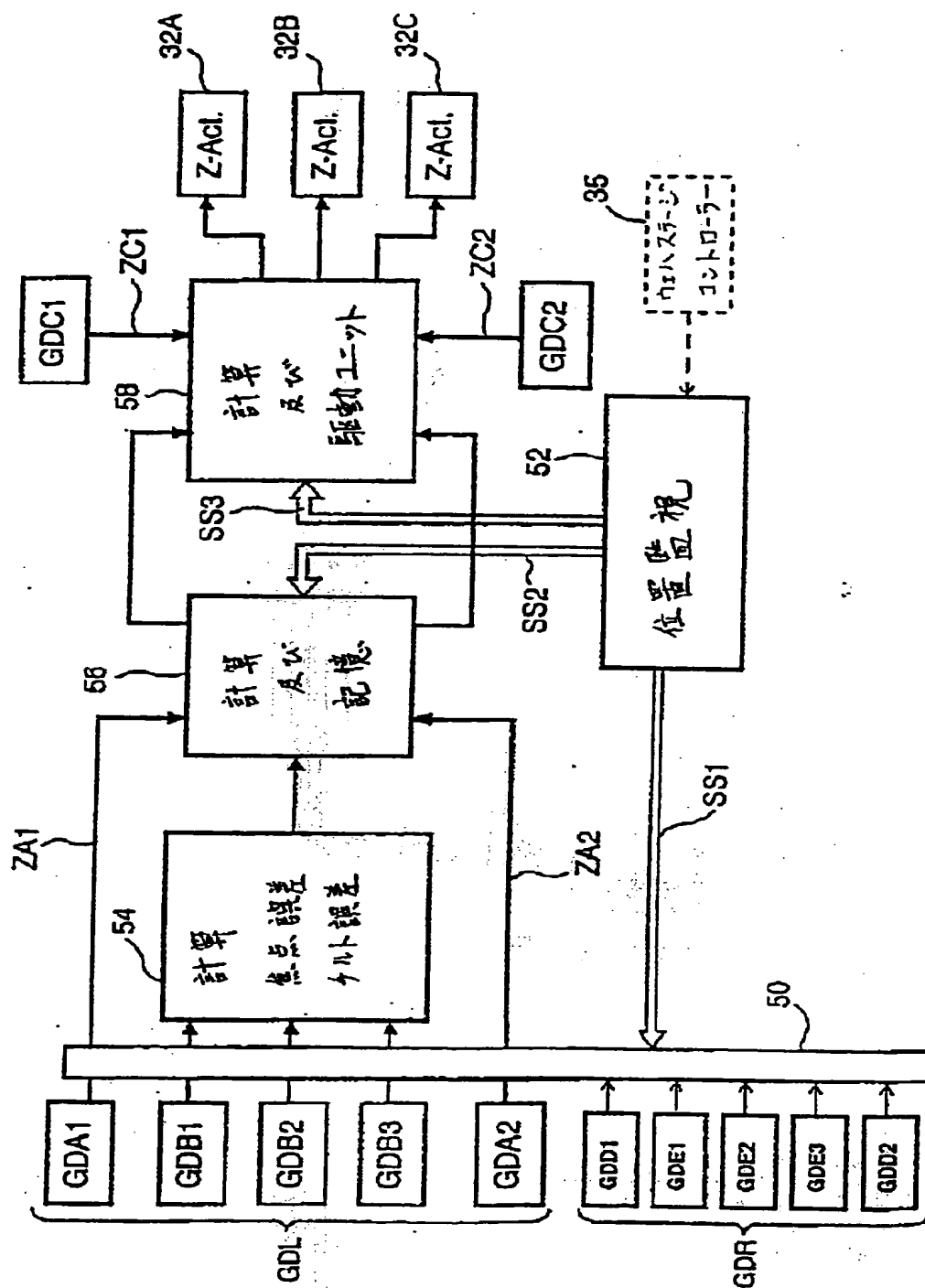
Fig. 6D



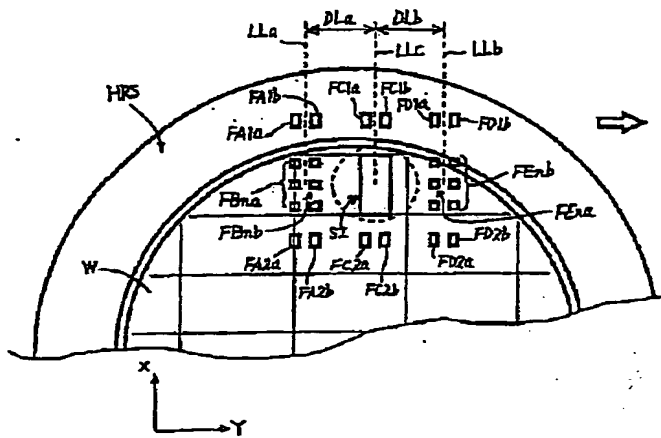
【 図 5 】



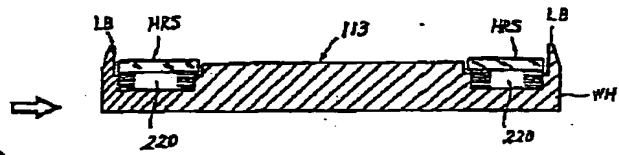
【図4】



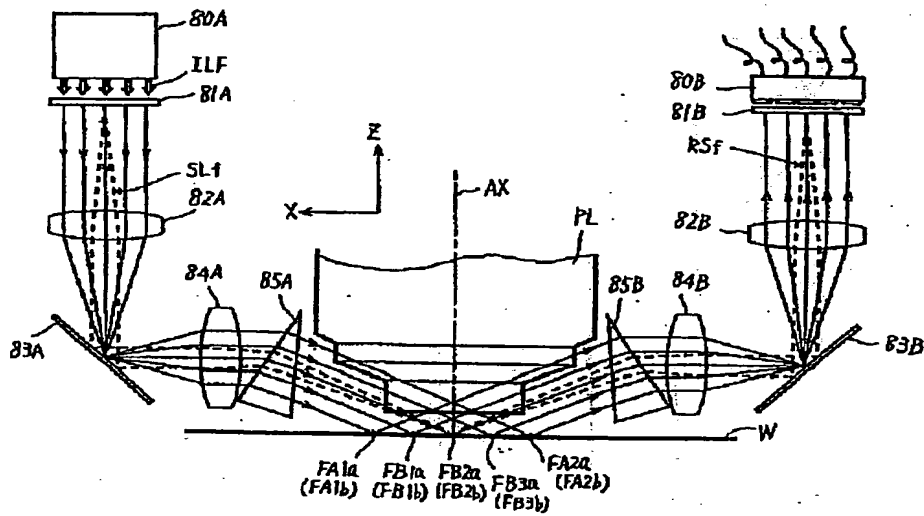
【圖 7】



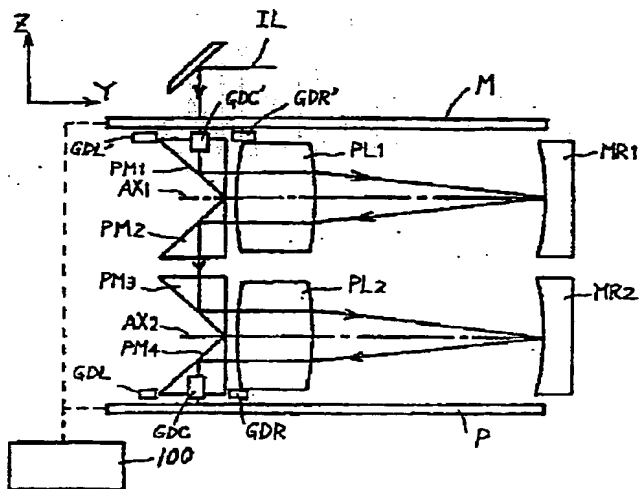
【圖 14】



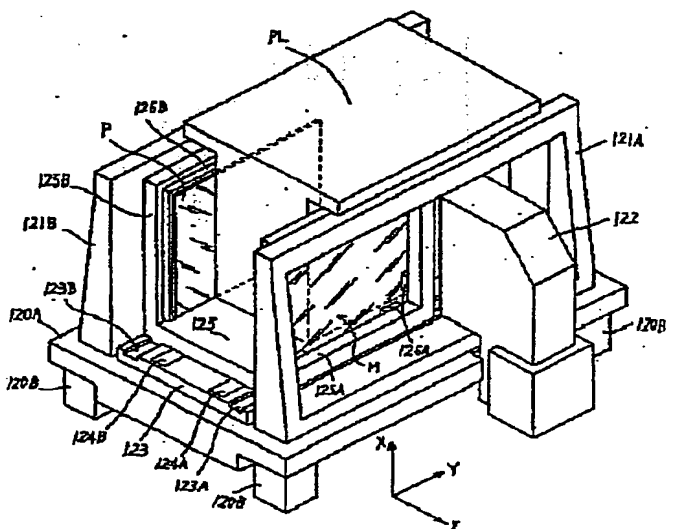
【圖 8】



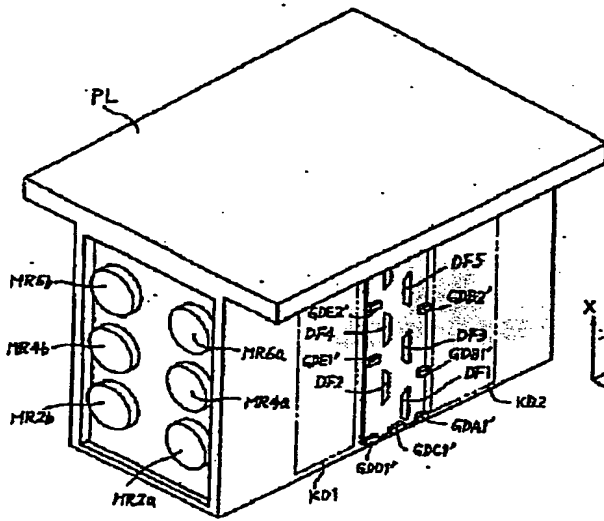
【圖 9】



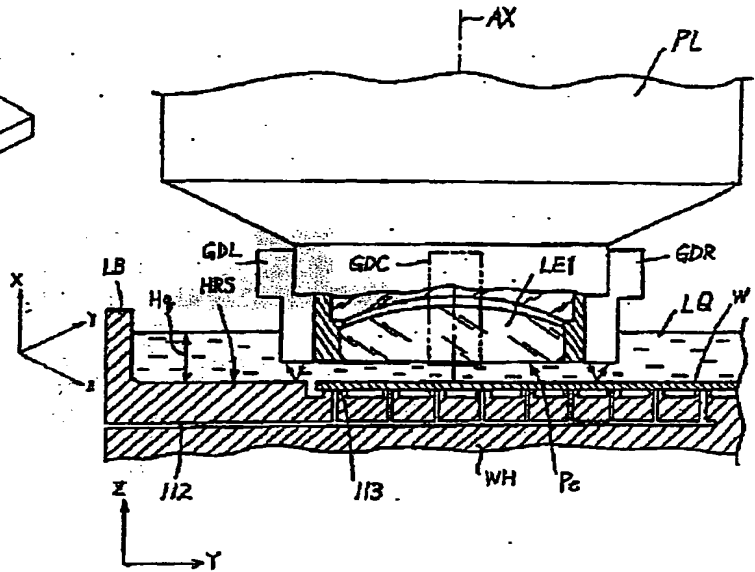
【圖 10】



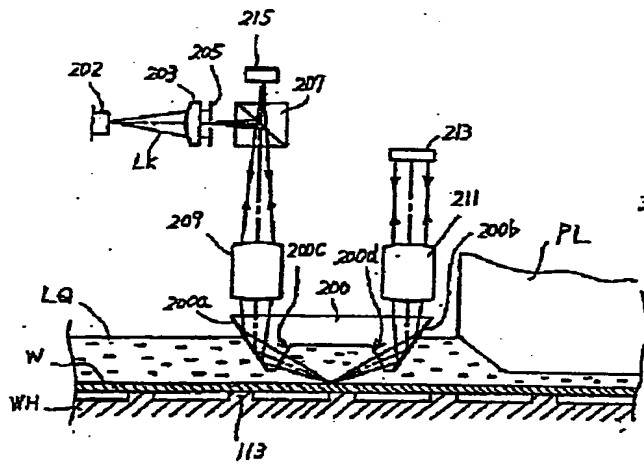
【 1 1 】



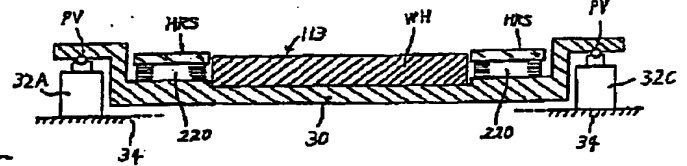
【圖 12】



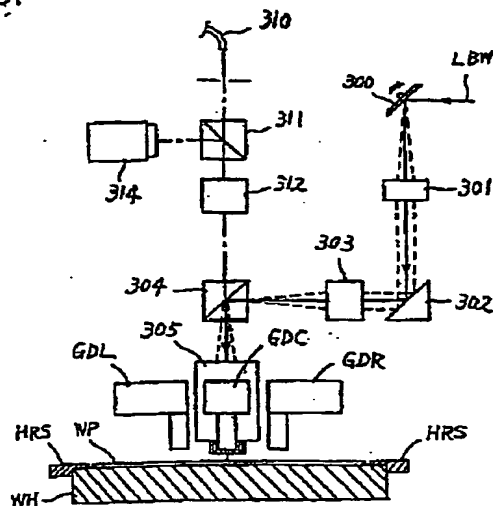
【 13 】



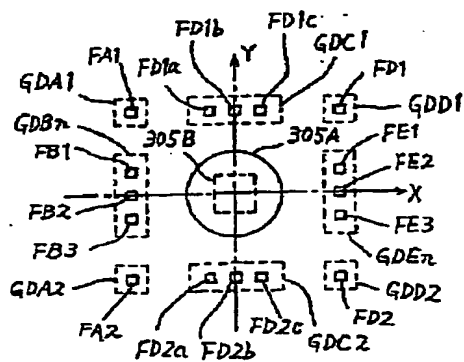
【图 15】



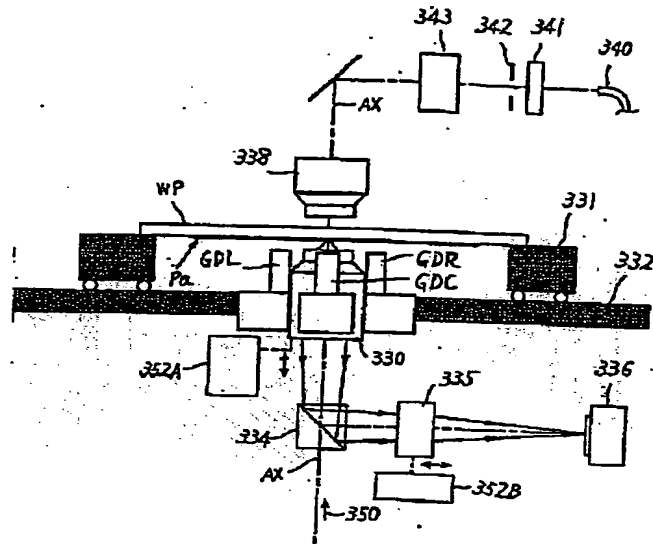
【图 16】



【 图 1 7 】



【 図 1 8 】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-154659

(43)Date of publication of application : 09.06.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/207

(21)Application number : 09-274812

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 07.10.1997

(72)Inventor : SUWA KYOICHI

(30)Priority

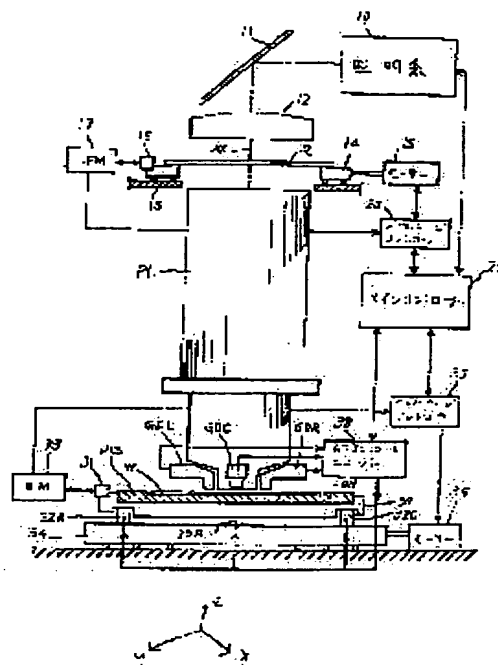
Priority number : 96 727695 Priority date : 07.10.1996 Priority country : US

(54) FOCUS AND TILT ADJUSTING SYSTEM FOR LITHOGRAPHY ALIGNER, MANUFACTURING DEVICE OR INSPECTION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a focus and tilt adjusting system which enables high-precision focus control and high precision tilt control by a method wherein the position of the principal surface of a substrate in the z-direction is detected in the scanning direction, a direction intersecting the scanning direction, and a direction intersecting the scanning direction from the image forming direction respectively, and a focus of an image projected onto the substrate is adjusted basing on the detection values.

SOLUTION: Focus detecting systems GDL and GDR are each equipped with focus detection points positioned in front and at the rear of an imaging field, respectively, with respect to the direction of a scanning movement of a wafer W in scanning projection aligner. Seeing from above the surface (XY plane) of a wafer W, a focus detecting system GDC is equipped with a detection point located in a non-scanning direction vertical to the scanning direction of the imaging field of a 1/4 reduction projection lens PL. Z actuators 32A, 32B, 32C are driven by an AF control unit 38 basing on the detection data supplied from the focus detection systems GDL, GDR and GDC.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The image formation system for being a scanning aligner and projecting the image of the pattern of the (a) mask on a substrate with an image formation visual field, (b) The scanning device for moving said mask and said substrate in the scanning direction to said image formation system, (c) It has a regulatory system for adjusting the focus of the image projected on said substrate, and the 1st detection system which equipped the (d) 1st location with the detection field. Said 1st location It is prepared in the outside of said image formation visual field of said image formation system, and from said image formation visual field, spacing is opened in said scanning direction and it is prepared in it. Said 1st detection system The location of the Z direction of the front face of said substrate is detected. Said scanning aligner The (e) 2nd location is equipped with the 2nd detection system equipped with the detection field. Moreover, said 2nd location It is prepared in the outside of said image formation visual field of said image formation system, and from said 1st location, spacing is opened in said scanning direction and the crossing direction, and it is prepared in them. Said 2nd detection system The location of the Z direction of the front face of said substrate is detected. Said scanning aligner The (f) 3rd location is equipped with the 3rd detection system equipped with the detection field. Moreover, said 3rd location It is prepared in the outside of said image formation visual field of said image formation system, and from said image formation visual field, spacing is opened in said scanning direction and the crossing direction, and it is prepared in them. Moreover, said 3rd location From said 2nd location, spacing is opened in said scanning direction and it is prepared in it. Said 3rd detection system The location of the Z direction of the front face of said substrate is detected. Said scanning aligner Connect with the detection system of the (g) above 1st, and said 2nd detection system, calculate the gap between said 1st Z location and the target Z locations which were detected by said 1st detection system, and at moreover, the time of detection by said 1st detection system The calculator which memorizes said 2nd Z location detected by said 2nd detection system, (h) It has the controller connected with said regulatory system and said calculator, and said 3rd detection system. When said field on said substrate corresponding to said detection field of said 1st detection system is located in the image formation visual field of said image formation system by migration of said scanning device, said controller said calculated gap, said 2nd memorized Z location, said 3rd Z location detected by said 3rd detection system, and the scanning aligner characterized by it being alike, being based and controlling said regulatory system.

[Claim 2] It is the scanning aligner which is a velocity ratio corresponding to a mask stage for said scanning device to hold said mask in a scanning aligner according to claim 1, the substrate stage for holding said substrate, and the projection scale factor of said image formation system, and is characterized by having the synchronous drive system for moving said mask stage and said substrate stage.

[Claim 3] It is the scanning aligner characterized by having the attraction section for said substrate stage drawing the rear face of said substrate in a scanning aligner according to claim 2, and the auxiliary plate section which surrounds said substrate in height almost equal to the front face of said substrate when said substrate is supported by said attraction section.

[Claim 4] It is the scanning aligner characterized by be arranged so that a location [in / among said detection fields / when the shot field of said substrate exposed with the pattern of said mask is in the periphery of said substrate in a scanning aligner according to claim 3 / by at least one detection field / in said 2nd detection system and said 3rd detection system / the Z direction of the front face of said auxiliary plate section] can be detected .

[Claim 5] In a scanning aligner according to claim 4 said 1st detection system this -- the Z direction position error value of the front face of said substrate to the predetermined criteria Z location about the 1st detection system -- One side of the Z direction position error value of said auxiliary plate section to the predetermined

criteria Z location about the 1st detection system is generated. and -- this -- said 2nd detection system this -- the Z direction position error value of the front face of said substrate to the predetermined criteria Z location about the 2nd detection system -- One side of the Z direction position error value of said auxiliary plate section to the predetermined criteria Z location about the 2nd detection system is generated. and -- this -- said 3rd detection system this -- the Z direction position error value of the front face of said substrate to the predetermined criteria Z location about the 3rd detection system -- and -- this -- the scanning aligner characterized by generating one side of the Z direction position error value of said auxiliary plate section to the predetermined criteria Z location about the 3rd detection system.

[Claim 6] The scanning aligner with which the difference between said predetermined criteria Z locations is characterized by being detected by calibration in a scanning aligner according to claim 5 when said predetermined criteria Z locations about said predetermined criteria Z location about said 1st detection system, said predetermined criteria Z location about said 2nd detection system, and said 3rd detection system differ mutually.

[Claim 7] In a scanning aligner according to claim 4, by the case where the scanning direction of said substrate is the direction of Y When the direction which intersects perpendicularly with each of said direction of Y and said Z direction is the direction of X, moreover, said 1st detection system It has the 1st focus detector of the multipoint type which has two or more detection fields. Said two or more detection fields The scanning aligner characterized by migrating to the range of the size in said direction of X of the image formation visual field of said image formation system, and having become a single tier along said direction of X on said substrate.

[Claim 8] In a scanning aligner according to claim 7 said 2nd detection system It has two or more 2nd focus detectors. Said 2nd focus detector The both sides in said direction of X are equipped with the detection field among said two or more detection fields used as the single tier of said multipoint type of the 1st focus detector. Each of said 2nd focus detector The scanning aligner characterized by detecting the Z direction location of one of said front face of said substrate and said auxiliary plate section separately in each of said detection field.

[Claim 9] In a scanning aligner according to claim 8 said 3rd detection system It has two or more 3rd focus detectors. Said 3rd focus detector It is the scanning aligner which is formed in the both sides in said direction of X of said image formation visual field of said projection system, and is characterized by each of said 3rd focus detector detecting the Z direction location of one of said front face of said substrate and said auxiliary plate section separately in each of said detection field.

[Claim 10] The image formation system for being a projection aligner and projecting the image of the (a) mask pattern on a substrate with a projection visual field, (b) The movable stage device for moving in the direction which crosses in the direction of X, and the direction of Y, and positioning said substrate about the image of said projected mask pattern, (c) It has a regulatory mechanism for adjusting the focus of the image of the mask pattern projected on said substrate, and the 1st detection system which equipped the (d) 1st location with the detection field. Said 1st location It is prepared in the outside of said projection visual field of said image formation system, and from said projection visual field, spacing is opened in said direction of Y, and it is prepared in it. Said 1st detection system The location of the Z direction of the front face of said substrate is detected. Said projection aligner The (e) 2nd location is equipped with the 2nd detection system equipped with the detection field. Moreover, said 2nd location It is prepared in the outside of said projection visual field of said image formation system, and from said 1st location, spacing is opened in said direction of X, and it is prepared in it. Said 2nd detection system The location of the Z direction of the front face of said substrate is detected. Said projection aligner The (f) 3rd location is equipped with the 3rd detection system equipped with the detection field. Moreover, said 3rd location It is prepared in the outside of said projection visual field of said image formation system, and from said projection visual field, spacing is opened in said direction of X, and it is prepared in it. Moreover, said 3rd location From said 2nd location, spacing is opened in said direction of Y, and it is prepared in it. Said 3rd detection system The location of the Z direction of the front face of said substrate is detected. Said projection aligner Connect with the detection system of the (g) above 1st, and said 2nd detection system, calculate the gap between said 1st Z location and the target Z locations which were detected by said 1st detection system, and at moreover, the time of detection by said 1st detection system The calculator for memorizing said 2nd Z location detected by said 2nd detection system, (h) It has the controller connected with said regulatory mechanism and said calculator, and said 3rd detection system. When said field on said substrate corresponding to said detection field of said 1st detection system is located in said projection visual field of said image formation system according to said movable stage device, said controller said calculated gap, said 2nd memorized Z location,

said 3rd Z location detected by said 3rd detection system, and the projection aligner characterized by it being alike, being based and controlling said regulatory mechanism.

[Claim 11] In a projection aligner according to claim 10 said 1st detection system It has two or more 1st focus detectors which have two or more detection fields. Said two or more detection fields It is the projection aligner which is a single tier along said direction of X in the range according to the size in said direction of X of the projection visual field of said image formation system, and is characterized by each of said 1st focus detector detecting Z location of the front face of said substrate separately in each of said detection field.

[Claim 12] In a projection aligner according to claim 11 said 2nd detection system It has the 2nd two focus detector. Said 2nd two focus detector It is the projection aligner which is equipped with two detection fields arranged at the both sides of two or more of said detection fields used as the single tier of said 1st detection system, and is characterized by each of said 2nd focus detector detecting Z location of the front face of said substrate separately in each of said two detection fields.

[Claim 13] It is the projection aligner which said 3rd detection system is equipped with the 3rd two focus detector, and said 3rd two focus detector is arranged in the projection aligner according to claim 12 at the both sides in said direction of X of said projection visual field of said image formation system, and is characterized by each of said 3rd focus detector detecting Z location of the front face of said substrate separately in each of said two detection fields.

[Claim 14] In a projection aligner according to claim 13 said movable stage device The mounting section for drawing the rear face of said substrate, and when said substrate is supported by said mounting section, It is the projection aligner which is equipped with the auxiliary plate section which surrounds said substrate in equal height, and is characterized by the front face of said auxiliary plate section being detected by 1 of said 2nd two focus detectors, and 1 of said 3rd two focus detectors as substantially as the front face of said substrate.

[Claim 15] By projecting some patterns of a mask on a photosensitive substrate through a projection system, and moving said mask and said photosensitive substrate to the projection visual field of said projection system It is the scanning exposure approach which imprints the pattern of said mask to said photosensitive substrate. Said approach (a) The height of the front face of said photosensitive substrate, and the step which attaches said photosensitive substrate in the electrode holder which has the auxiliary plate section which surrounds said photosensitive substrate in equal height substantially, (b) while having the step which reads the focal error of the exposure field of said photosensitive substrate with which said some of mask patterns are projected and carrying out scanning migration of said electrode holder and said photosensitive substrate Before said exposure field reaches the projection visual field of said projection system, said focal error of said exposure field is read. Said approach Moreover, when the exposure field on the (c) aforementioned photosensitivity substrate reaches said projection visual field By the focal detection system for exposure locations left and arranged from the projection visual field of said projection system in the direction which intersects perpendicularly in said scanning migration direction The step which detects the focal error of some [one] front faces of said photosensitive substrate and said auxiliary plate section, (d) Based on said focal error detected by said step (b) and (c), it has the step which adjusts a focus between said projection systems and said photosensitive substrates. By it The scanning exposure approach that the focal error of the exposure field on said photosensitive substrate is characterized by being amended with the projection visual field of said projection system.

[Claim 16] It is the scanning exposure approach which said approach is applied to the projection aligner, and said projection aligner has the projection system in the scanning exposure approach according to claim 15, and is characterized by equipping said projection system with 20mm or the operating range not more than it to the front face of said substrate.

[Claim 17] It is the scanning exposure approach that said approach is applied to the immersion-type projection aligner in the scanning exposure approach according to claim 15, and space including a projection optical path is characterized by being filled with the liquid in said immersion-type projection aligner between said photosensitive substrate and the transparent optical element arranged at the image surface side of said projection optical system.

[Claim 18] Said projection optical system is the scanning exposure approach characterized by having the working distance from which the thickness of the liquid between said photosensitive substrates and said transparent optical elements of said projection optical system becomes less than [2mm or it] in the scanning exposure approach according to claim 17.

[Claim 19] It is the scanning exposure approach which said approach is applied to the scanning aligner, said

scanning aligner has the reflective refraction projection system in the scanning exposure approach according to claim 15, and said reflective refraction projection system has the optical element for refraction, and the optical element for an echo, and is characterized by arranging the transparent optical element at the image surface side in said scanning aligner.

[Claim 20] Said transparent optical element arranged in the scanning exposure approach according to claim 19 at said image surface side is the scanning exposure approach which serves as a prism mirror and is characterized by said prism mirror equipping the front face of said photosensitive substrate with the parallel injection front face substantially.

[Claim 21] It is focusing equipment formed in the equipment which has said objective lens optical system so that focusing can be controlled between the front face of a workpiece, and objective lens optical system. Said focusing equipment (a) The 1st location is equipped with the 1st detection system equipped with the detection field. Said 1st location It is prepared in the outside of the visual field of said objective lens optical system. Said 1st detection system The location of said direction of focusing of the front face of said workpiece is detected. Said focusing equipment The (b) 2nd location is equipped with the 2nd detection system equipped with the detection field. Moreover, said 2nd location It is prepared in the outside of the visual field of said objective lens optical system, and from said 1st location, spacing is opened and it is prepared. Said 2nd detection system The location of said direction of focusing of the front face of said workpiece is detected. Said focusing equipment The (c) 3rd location is equipped with the 3rd detection system equipped with the detection field. Moreover, said 3rd location It is prepared in the outside of the visual field of said objective lens optical system, and from each of said 1st location and said 2nd location, spacing is opened and it is prepared. Said 3rd detection system The location of said direction of focusing of the front face of said workpiece is detected. Said focusing equipment Connect with the detection system of the (d) above 1st, and said 2nd detection system, calculate the gap between said 1st focal location and target focal locations which were detected by said 1st detection system, and at moreover, the time of detection by said 1st detection system The calculator for memorizing said 2nd focal location detected by said 2nd detection system, (e) It has the controller connected with said calculator and said 3rd detection system. When said field on said workpiece corresponding to said detection field of said 1st detection system positions within the visual field of said objective lens optical system by the relative displacement of said workpiece and said objective lens optical system, Said controller Said calculated gap and said 2nd memorized focal location, said 3rd focal location detected by said 3rd detection system and the focusing equipment characterized by it being alike, being based and controlling focusing of said objective lens optical system on said front face of said workpiece.

[Claim 22] When a workpiece and the visual field of objective lens optical system receive in the direction of X, and the direction of Y mutually and move to them, It is the approach of controlling focusing of said objective lens optical system in the front face of said workpiece. Said approach (a) The height of the front face of said workpiece, and the step which attaches said workpiece in the electrode holder which has the auxiliary plate section which surrounds said workpiece in equal height substantially, (b) while moving said electrode holder and said workpiece in the predetermined migration direction Before the local predetermined part of said workpiece reaches the visual field of said objective lens optical system It has the step which reads the focal error of said local part of the front face of said workpiece. Said approach Moreover, when said local part of the (c) aforementioned workpiece reaches said visual field By the 1st focal detection system left and arranged from the visual field of said objective lens optical system in the direction which intersects perpendicularly in said migration direction The step which detects the focal error of some [one] front faces of said workpiece and said auxiliary plate section, (d) Based on said focal error detected by said step (b) and (c), focusing is controlled between said objective lens optical system and said workpieces. By it The approach that the focal error of the local part of said workpiece is characterized by being amended with the visual field of said objective lens optical system.

[Claim 23] Said approach is an approach characterized by being applied to at least one of the measuring instrument for manufacture which has few operating ranges so that the detection beam of an oblique incidence light type focus detector may not be aslant led to the front face of said workpiece just under said objective lens optical system in an approach according to claim 22, a lithography aligner, drawing equipment, and the test equipment.

[Claim 24] It lets the liquid in the space between an optical image formation system and a photosensitive substrate pass. an optical image formation system -- this -- It is a projection aligner for projecting a mask pattern image on a photosensitive substrate. Said projection aligner It has the assembly holding two or more optical elements of said image formation system, and at least 1 edge of said assembly is dipped in said

liquid. Said projection aligner It was attached in said edge of said assembly, and has the end optical element which has the end front face which counters said substrate and contacts said liquid. Moreover, said end front face of said end optical element, The projection aligner characterized by for the front face of said edge of said assembly receiving mutually, being the same flat surface substantially, and preventing active jamming of the flow of said liquid by it.

[Claim 25] The projection system was adopted, and it is the approach of processing the molding section into a semi-conductor wafer, and has the step which attaches the (a) aforementioned semi-conductor wafer in an electrode holder. Said electrode holder It has the wall prepared at right angles to a periphery, and by this, a liquid layer can be formed on said wafer so that between the front face of said wafer and said projection systems may be in an immersion condition. Said approach scans said electrode holder along the image surface of the (b) aforementioned projection system again. By this The scanning step which performs scanning exposure by projecting a molding section pattern image on said wafer through said projection system and said liquid layer, and by using (c) focal detection system It has the step which amends either [at least] the focal error between the front face of said wafer, and the image surface of said projection system, or the tilt errors between said scanning steps. Said focal detection system is an approach characterized by having two or more focal detection points arranged on the outside of the image surface of said projection system.

[Claim 26] It is the approach characterized by equipping said projection system with resolution smaller than 0.5 micrometers in an approach according to claim 25.

[Claim 27] It is the scanning exposure approach for imprinting the pattern of a mask to a substrate through an image formation system. Said scanning exposure approach It has the step which offers the 1st detection system equipped with the 1st detection field. Said 1st detection field While being prepared in the outside of the image formation visual field of said image formation system, from said image formation visual field, spacing is opened in the scanning direction and it is prepared in it. Said 1st detection system The location in the direction of an optical axis of said image formation system of the front face of said substrate is detected. Said scanning exposure approach It has the step which offers the 2nd detection system equipped with the 2nd detection field. Moreover, said 2nd detection field While being prepared in the outside of the image formation visual field of said image formation system, from said 1st detection field, spacing is opened in said scanning direction and the crossing direction, and it is prepared in them. Said 2nd detection system The location in said direction of an optical axis of the front face of said substrate is detected. Said scanning exposure approach It has the step which offers the 3rd detection system equipped with the 3rd detection field. Moreover, said 3rd detection field While being prepared in the outside of the image formation visual field of said image formation system, from said image formation visual field, open spacing in said scanning direction and the crossing direction, and it is prepared in them. From said 2nd detection field, spacing is opened in said scanning direction and it is prepared in it. Furthermore, said 3rd detection system The gap in said direction of an optical axis between the location of the front face of said substrate and a target position is detected. Said scanning exposure approach Moreover, between the step which determines the target position of said 3rd detection system between exposure of said substrate based on the detection result of said 1st detection system, and the detection result of said 2nd detection system, and exposure of said substrate The scanning exposure approach characterized by having the step which adjusts the physical relationship between the front face of said substrate, and the image surface of said image formation system based on the detection result of said 1st detection system, the detection result of said 2nd detection system, and the detection result of said 3rd detection system.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially the invention in this application relates to the lithography aligner (aligner) for imprinting a circuit pattern from reticle to a mask or a sensitization substrate about manufacture of a semi-conductor.

[0002] The invention in this application relates to the system (system) for detecting the tilt (namely, dip) of said workpiece for detecting the focus on a workpiece (a wafer, a substrate, or plate), i.e., work pieces, again. The system concerned can apply the condition of the equipment for using laser and an electron beam, and manufacturing a workpiece, or carrying out image formation of the desired pattern to the front face of a workpiece, or the front face of a workpiece to a kind of a certain kind like the equipment for inspecting optically of equipment.

[0003]

[Description of the Prior Art] In recent years, the semiconductor chip (DRAMs) of the DINA MIIKKU random access memory which has the accumulation consistency of 64 megabits is mass-produced by the semi-conductor manufacturing technology. Such a semiconductor chip is manufactured by exposing a semi-conductor wafer, carrying out image formation of the circuit pattern, and carrying out superposition formation of the circuit pattern of ten layers or the layer beyond it by this.

[0004] On the other hand, current and the lithography equipment used for manufacture of such a chip are the aligners for projection. It sets to the aligner for the projection, and is reticle (). The circuit pattern drawn on the chromium layer on a mask plate by or the pulsed light which has the wavelength of 248nm from i line (wavelength of 365nm) and the KrF excimer laser of a mercury-vapor lamp By irradiating said reticle, it lets the cutback optical image formation system (namely, cutback projection optical system) reduced to a quadrant or 1/5 pass, and the resist layer on the front face of a wafer imprints.

[0005] According to the type of image formation optical system, the group division of the projection aligner (aligner for projection) used for this object is carried out in general at the thing (namely, the so-called stepper) using a step-and-repeat method, and the thing using the step and scanning method which have received attention recently.

[0006] A process is repeated in a step-and-repeat method. That is, in the process, whenever it carries out extent migration, the pattern image of reticle is projected on some wafers by [whose a wafer is the stepping approach] using a cutback projection lens system or the projection lens system of a single scale factor. Said cutback projection lens system is formed only from the optical material for refraction (lens element), and is equipped with the circular image vision field. The single projection lens system of a scale factor is formed from the optical material for refraction (lens element), the prism mirror, and the concave mirror, and is equipped with the image vision field of a non-round shape. The shot field of a wafer or a plate is exposed to a pattern image by said image vision field.

[0007] A wafer is exposed by some images of the circuit pattern of reticle (for example, configuration of a radii-like slit) in SUTTEPU and a scanning method. Some images of the circuit pattern of reticle are projected on a wafer through a projection optical system. Simultaneously, continuously, reticle and a wafer are fixed rates and move with the velocity ratio according to a projection scale factor. Therefore, one shot field on a wafer is exposed by the image of all the circuit patterns on reticle by the scanning approach.

[0008] For example, as described by 256 pages of SPIE Vol. 922 of "optical / laser micro lithography (Optical/Laser Microlithography) (1988) thru/or 269 pages After one shot field on a wafer is scanned and SUTTEPU and a scanning method are exposed, one step of wafers moves, they are constituted so that the next shot field may be exposed, and they are constituted so that the effective image vision field of a

projection optical system may be restricted to a radii-like slit. Moreover, although the projection optical system is indicated by United States patent (given to Shafer) 4,747,678th, it can be considered to be the combination of the optical element for two or more refraction, and the optical element for two or more echoes like.

[0009] (It was given to Nishi) The United States patent is indicating an example of an aligner. In this aligner, SUTTEPU and a scanning method are performed by attaching the cutback projection lens for the steppers who have a circular image vision field. This U.S. official report is indicating the approach by which the pattern image projected at the time of scanning exposure is imprinted by the wafer when only the specified quantity makes the depth of focus (DOF) on a wafer increase again.

[0010] In the field of a lithography technique, it is desirable that the semi-conductor memory chip which has the accumulation consistency and precision of 1giga or about 4giga can be manufactured by exposure by light. The technique exposed by light has long technical history, and since it is based on the know how accumulated in the large quantity, it is convenient to continue and use the technique exposed by light. Moreover, if the trouble of the exposure technique by the electron beam instead of other or an X-ray technic is taken into consideration, it is effective to use the technique exposed by light.

[0011] 1giga of memory chip is considered that it is necessary to set the minimum line width of face (configuration width of face) to about 0.18 micrometers (micrometer). On the other hand, 4giga of memory chip is considered that it is necessary to set the minimum line width of face (configuration width of face) to about 0.13 micrometers (micrometer). In order to attain such line width of face, the far ultraviolet rays which have wavelength shorter than 200nm or it, for example, the far ultraviolet rays produced with an ArF excimer laser, are used, and, thereby, a reticle pattern can be irradiated.

[0012] (It has wavelength shorter than 400nm or it) Generally as an optical material of the glassiness which has suitable transmittance to far ultraviolet rays, a quartz (SiO_2), fluorite (CaF_2), the lithium fluoride (LiF_2), the magnesium fluoride (MgF_2), etc. are known. A quartz and fluorite serve as an optical material of glassiness required in order to form the projection optical system which has high resolution in the range of far ultraviolet rays.

[0013] However, supposing it makes the numerical aperture (NA) of a projection optical system increase and attains high resolution, making the size of a visual field increase, it is required to take into consideration the data that the diameter of the lens element formed with a quartz or fluorite becomes large, consequently manufacture of such a lens element becomes difficult.

[0014] Moreover, if the numerical aperture (NA) of a projection optical system is made to increase, depth of focus (DOF) ΔF will decrease inevitably. If the theory of Rayleigh of image formation is applied, generally depth of focus ΔF will be defined by wavelength, numerical aperture NA, and the process multiplier K_f ($0 < K_f < 1$) as shown below.

[0015] $\Delta F = K_f \cdot (\lambda / \text{NA}^2)$

Therefore, if 193nm of wavelength becomes, wavelength is equal to the wavelength of ArF excimer laser light, numerical aperture NA is set as about 0.75, and if the process multiplier K_f is 0.7, depth of focus ΔF in atmospheric air (air) will be set to about 0.240 micrometers. In this case, theoretical resolution (minimum line width of face) ΔR is expressed by the following equality which uses the process multiplier K_r ($0 < K_r < 1$).

[0016] $\Delta R = K_r \cdot (\lambda / \text{NA})$

Therefore, under the condition of having mentioned above, if the process multiplier K_r becomes 0.6, resolution ΔR will be set to about 0.154 micrometers.

[0017] As mentioned above, in order to improve resolution, while it is necessary to make the numerical aperture of a projection optical system increase, if numerical aperture increases, it is important that it is cautious of the depth of focus decreasing rapidly. If the depth of focus is small, it is necessary to improve precision, reproducibility, and stability. Based on precision, reproducibility, and stability, the automatic-focusing doubling system for doubling between the best image surface of a projection optical system and the resist stratification planes on a wafer is controlled.

[0018] On the other hand, the configuration to which numerical aperture is made to increase is possible, without making the size of a visual field increase, when a projection optical system is taken into consideration from the standpoint of a design or manufacture. However, if numerical aperture is substantially set as a big value, the diameter of a lens element will become large, consequently it will become difficult to form and process the optical material (for example, a quartz and fluorite) of glassiness.

[0019] Subsequently, the immersion projection approach may be used as a means for improving resolution, without making the numerical aperture of a projection optical system increase greatly. In this approach, the

tooth space between a wafer and a projection optical system is filled up with the liquid. Please refer to United States patent (given to Tabarelli) 4,346,164th about this.

[0020] In this immersion projection approach, the space between a wafer and the optical element which constitutes a projection optical system from projection one end (image surface side) is filled up with the liquid which has a refractive index near the refractive index of a photoresist layer. The effective numerical aperture of the projection optical system seen from the wafer side increases by this, namely, resolution can be improved. It is expected that this immersion projection approach can gain the good image formation engine performance by choosing the liquid to be used.

[0021] Generally the automatic-focusing doubling (AF) system is prepared in the projection aligner well-known now. This automatic-focusing doubling system can control the relative position of a wafer and a projection optical system to accuracy, and can make the front face of a wafer agree in the optimal image surface (conjugation side of reticle) of a projection optical system by it. This automatic-focusing doubling system is equipped with the surface location detection sensor for detecting change of the location (Z direction location) of the height direction on the front face of a wafer by non-contact, and the Z direction regulatory mechanism for adjusting spacing between a projection optical system and a wafer based on this detected change.

[0022] Moreover, in the projection aligner by which the current activity is carried out, the optical type sensor and the air micrometer type sensor are used as a surface location detection sensor. Moreover, the electrode holder (and Z stage) for supporting a wafer is prepared as a Z direction regulatory mechanism. The electrode holder (and Z stage) which supports a wafer moves perpendicularly in submicron precision.

[0023] Supposing such an automatic-focusing doubling system is prepared in the aligner to which the immersion projection approach is applied, since a wafer is held at a liquid, it is natural that cannot use an air micrometer type sensor but an optical sensor is used monopolistically. In such a case, for example, an optical sensor for focusing which was indicated by United States patent (given to Suwa) 4,650,983rd, it is constituted. The beam for measurement in which the beam for measurement (image formation beam of a slit image) was aslant projected on the projection visual field on a wafer by it, and was reflected on the wafer front face lets the slit for light-receiving pass, and is received by the photoelectrical-type detector. Change of the height on the front face of a wafer, i.e., a focal error amount, is detected from change of the location of the reflected beam (reflective beam) which occurs to the slit for light-receiving.

[0024] If the sensor for focusing of an oblique incidence light (incidence of the light is carried out aslant) type which was indicated by United States patent 4,650,983rd is directly attached in the projection aligner by which the usual projection optical system which has 10 thru/or the 20nm working distance is dipped in the liquid, the problem described below will arise. In such a case, it is necessary to set as a liquid the projection optical system along which the following projection beams and a reflective beam pass. That is, the projection beam is emitted from the objective lens for projection of the sensor for focusing, and reaches the projection visual field of the projection optical system on a wafer. It is reflected by the wafer and the reflective beam reaches the objective lens for light-receiving.

[0025] Therefore, the beam of the sensor for focusing progresses the inside of a liquid covering a long distance. By it, if the temperature distribution of a liquid are not stable in high degree of accuracy, since temperature is unequal, a projection beam and the received beam will be changed by change of a refractive index, consequently the precision of focal detection (namely, detection of the location of the height direction on the front face of a wafer) will fall.

[0026] Furthermore, by the immersion projection approach, in order to attain 0.15λ or the resolution not more than it, as mentioned above, it is necessary to set the working distance of a projection optical system as a value small enough. Therefore, one important query arises [how an automatic focusing doubling system applicable to the immersion projection approach should be constitute] for this reason that becomes difficult [it / to turn projection beam itself of the sensor for oblique incidence light (incidence of the light is carry out aslant) type focusing to the projection field on a wafer, and to project it aslant from the space between a projection optical system and a wafer,].

[0027] On the other hand, the aligner (aligner) which has a projection optical system (henceforth "1X") single scale-factor type is used in the field which manufactures liquid crystal display equipment (flat panel display) with the field which manufactures a semiconductor device. Recently, one system (system) is proposed for this kind of aligner. A certain type of two or more 1X projection optical systems can be arranged, and it can scan now by a mask and a photosensitive plate receiving mutually and moving to the system in one. As for the working distance of 1X projection optical system used, it is desirable that it is ideal extremely small. One X each projection optical system serves as a single Dyson (single Dyson) type which

was indicated by U.S. Pat. No. 4,391,494 (given to Hershel), or a double Dyson (double Dyson) type which was indicated by United States patent (given to Swanson etc.) 5,298,939th.

[0028] In the aligner which has a such Dyson (Dyson) type projection optical system, the problem which can restrict the various aberration and distortion of an image which were projected to a small value, consequently is produce by aberration or distortion is lose as a matter of fact by fully decrease the working distance (namely, spacing between the outlet front face of a prism mirror, and the image surface). Therefore, in this kind of aligner, the detection field on a photosensitive substrate (for example, the exposure location of the projection beam in the oblique incidence light system which carry out incidence of the light aslant or the air blowdown location in an air micrometer system) where a focus be detect by the sensor for focusing be usually set as the location which swerved from the effective projection visual field field of a projection optical system. That is, it is set up by the off axis method.

[0029]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is impossible to detect actually whether the field of the substrate exposed from a circuit pattern to projection light was adjusted by a best focal location or a best condition at accuracy because of this reason.

[0030] Moreover, in the equipment into which it is processed by using the spot of a laser beam or an electron beam for a substrate in the equipment which draws a pattern (or manufacture), a substrate, the objective lens system (or electron lens system) for projecting a laser beam and an electron beam, and the working distance between **s become very small. Consequently, possibility that it becomes impossible to attach AF sensor which can detect the focal error of a processing location or can detect the focal error of the drawing location on the substrate front face in the visual field of objective lens optical system arises.

[0031] In such a case, the detection location of AF sensor is established only in the outside of the visual field of an objective lens system, in order to detect a focal error. It becomes impossible therefore, to detect whether the focal error has occurred actually in the processing location or drawing location in a visual field of an objective lens system.

[0032] The same thing as this can say with photolithography the pattern drawn on reticle or a mask, and the detailed pattern formed in the wafer also about the equipment for inspecting optically. That is, it is because the objective lens system for inspection is prepared also in this kind of test equipment. Moreover, the edge of an objective lens system is because only the predetermined working distance separates from the front face of said sample and is established toward the front face of the sample (plate) inspected.

[0033] Therefore, if the objective lens system which is comparatively alike and has a big scale factor and high resolution is used, the working distance will become very small, consequently the same problem about the property of AF sensor will arise.

[0034]

[Means for Solving the Problem] Even if the projection optical system to which the invention in this application decreases the working distance in consideration of the above-mentioned problem of a related technique as compared with the usual projection optical system is incorporated, the projection aligner (aligner) and the exposure approach as for which control of focusing is made to high degree of accuracy, and tilt control is made to high degree of accuracy are offered.

[0035] The invention in this application relates to the aligner of a step-and-repeat type. The front face of a photosensitive substrate is exposed in the aligner of a step-and-repeat type by the pattern image projected through the projection system or the scanning aligner (scanning aligner). In a projection system or a scanning aligner, it moves relatively to a system with suitable mask (or reticle) and photosensitive substrate to detect [to move relatively to an image formation system, while a pattern image is projected, and] these kinds of the focal locations and tilts in an aligner (aligner).

[0036] In the aligner and the exposure approach of the invention in this application, focusing control and tilt control are performed about the shot field in the circumference location on a photosensitive substrate.

[0037] By the scanning aligner and the scanning exposure approach of the invention in this application, without setting a focal detection field as the projection visual field of a projection optical system, about the exposure field of a photosensitive substrate, control of focusing is made to high degree of accuracy, and tilt control is made to high degree of accuracy.

[0038] In the immersion type projection aligner and the immersion type scanning aligner which were designed in order to improve the depth of focus, the sensor and the focal detection approach for focusing of the invention in this application are stabilized, and can detect the error in surface focusing or the surface tilt of the photosensitive substrate dipped in the liquid. The sensor and the focal detection approach for focusing of the invention in this application are suitable for the manufacture (processing) equipment which has the

objective lens optical system of the small working distance, drawing equipment, or test equipment.

[0039] The invention in this application is applicable to the scanning aligner which has Z-drive system which doubles the focus of the image projected by receiving mutually and driving a substrate and an image formation system to a Z direction with the scanning device (a reticle stage or wafer X-Y stage) for moving a mask and a substrate in the scanning direction to the image formation system (projection lens system) and image formation system for projecting the pattern image of a mask (reticle) on a substrate (wafer) through an image formation visual field. The invention in this application is applicable to the projection aligner (namely, stepper) which has Z-drive system which doubles the focus of the image projected by receiving mutually and driving a substrate and an image formation system to a Z direction with the image formation system for projecting the pattern image of a mask on a substrate through a projection visual field, and the movable stage device which moves in the direction of X, and the direction of Y in order to position a substrate about the pattern image projected again.

[0040] The scanning device or the movable stage of an aligner, i.e., an aligner, can be made into the device for maintaining a mask or a substrate horizontally. Or the scanning device or the movable stage of an aligner, i.e., an aligner, is good also as a device for maintaining a mask or a substrate at a certain fixed include angle from the level surface. For example, it is good also considering a mask or a substrate as level or a vertical (every length) stage device for making it move perpendicularly, maintaining a mask or a substrate with a vertical position. In this case, the flat surface where a mask or a substrate moves has countered in the direction of X, and the direction of Y. The Z direction which lies at right angles to each of the direction of X and the direction of Y is also referred to (for example, the Z direction is in agreement in the direction of the optical axis of the projection optical system arranged in the longitudinal direction, or the direction of a chief ray).

[0041] According to the invention in this application, the 1st detection system, the 2nd detection system, and the 3rd detection system are prepared in the aligner. The 1st detection system equips the 1st location with the detection field. The 1st location is established in the outside of the image formation visual field of an image formation system, in the scanning direction (the direction of Y), from the image formation visual field of said image formation system, opens spacing and is prepared. The 1st detection system detects the location in the Z direction of the front face (top face) of a substrate. The 2nd detection system equips the 2nd location with the detection field. The 2nd location is established in the outside of the image formation visual field of an image formation system, in the direction (X) which intersects perpendicularly in the scanning direction (the direction of Y), from said 1st location, opens spacing and is prepared. The 2nd detection system detects the location in the Z direction of the front face of a substrate. The 3rd detection system equips the 3rd location with the detection field. The 3rd location is established in the outside of the image formation visual field of an image formation system, in the scanning direction (the direction of Y), and the direction (the direction of X) which intersects perpendicularly, from the image formation visual field of said image formation system, opens spacing and is prepared. In the scanning direction (the direction of Y), also from said 2nd location, the 3rd location opens spacing and is prepared again. The 3rd detection system detects the location in the Z direction of the front face of a substrate.

[0042] According to the invention in this application, to an aligner, the gap between 1st Z location and the target Z locations which were detected by the 1st detection system is calculated further. By migration caused by the calculator, scanning device, or the movable stage device for memorizing temporarily 2nd Z location detected by the 2nd detection system when detected by the 1st detection system When the field on the substrate corresponding to the detection field of the 1st detection system is positioned by the image formation visual field of an image formation system, The controller for controlling Z-drive system based on the calculated gap, 2nd memorized Z location, and 3rd Z location detected by the 3rd detection system; it is prepared.

[0043] The invention in this application is applicable to the scanning exposure approach. In this scanning exposure approach, all the patterns of a mask (reticle) are imprinted by the photosensitive substrate (wafer) again by moving a mask and a photosensitive substrate simultaneously to the projection visual field of a projection optical system by projecting some mask patterns on a photosensitive substrate through a projection optical system.

[0044] The approach of the invention in this application equips the electrode holder which has the auxiliary plate section formed so that a photosensitive substrate might be substantially surrounded in equal height with the surface height of a photosensitive substrate with the step for attaching a photosensitive substrate, and the step which reads the focal error of the exposure field on a photosensitive substrate in advance. Some patterns of a mask are projected on the field on said photosensitive substrate. While carrying out scanning

migration of an electrode holder and the photosensitive substrate, before an exposure field reaches the projection visual field of a projection optical system, the focal error of an exposure field is read. Further, when the exposure field on a photosensitive substrate reaches a projection visual field, the approach of said invention in this application By the exposure location focal detection system left and arranged from the projection visual field of a projection optical system in the direction (the direction of X) which intersects perpendicularly to the direction of scanning migration (the direction of Y) The focal error of the step which detects the focal error of some front faces of a photosensitive substrate or the auxiliary plate section, and the exposure field on a photosensitive substrate so that it may be amended in the projection visual field of a projection optical system Based on the detected focal error, it has the step which adjusts the distance between a projection optical system and a photosensitive substrate.

[0045] Manufacture (processing) equipment, image formation equipment and the focal detection sensor suitable for test equipment, or the focal detection approach is similarly attained instead of the projection optical system for which it is used for the aligner (aligner) mentioned above or the exposure approach by using the objective lens optical system for manufacture, drawing, image formation, or inspection.

[0046]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the whole projection aligner structure in the 1st example of the invention in this application. The projection aligner of the 1st example is a lens scan type projection aligner. In the projection aligner, the circuit pattern on reticle lets a cutback projection lens system pass, and is projected on a semi-conductor wafer. Said cutback projection lens system has the circular image vision field formed in telecentric system by the body side, and the circular image vision field formed in telecentric system by the image side. On the other hand, reticle and a wafer move to a projection lens system, and are scanned (scan).

[0047] The ArF excimer laser light source for the illumination system shown in drawing 1 to emit the pulsed light which has the wavelength of 193nm, The beam expander for forming in a predetermined configuration the cross section of the pulsed light emitted from said light source, An optical integrator like the fly eye lens for forming secondary light source images (two or more one-set point light sources) by receiving said pulsed light formed in the predetermined configuration, The condenser lens system for condensing said pulsed light from said secondary light source images to the pulse illumination light which has uniform illuminance distribution, The reticle blind for operating the pulse illumination light orthopedically in a rectangle long and slender in the direction which intersects perpendicularly to the scanning direction at the time of scanning exposure (lighting field diaphragm), It collaborated with the mirror 11 shown in drawing 1, and the condenser lens system 12, and has the relay optical system for carrying out image formation of the opening of the rectangle of a reticle blind to Reticle R.

[0048] Reticle R is supported by the vacuum suction force in the reticle stage 14. A reticle stage 14 is movable in one dimension by big stroke during scanning exposure with constant speed. It sees by drawing 1, and it shows around on the columnar structure object 13 of an aligner body, and moves to a longitudinal direction, and a reticle stage 14 can be scanned now (scan). A reticle stage 14 is shown so that it can move in the direction which intersects perpendicularly to the flat surface of drawing 1 again.

[0049] The coordinate location of the reticle stage 14 in XY flat surface and a delicate revolution gap are continuously measured by the laser interferometer systems (IFM) 17. The laser-interferometer system 17 injects a laser beam in the migration mirror (a plane mirror or corner mirror) 16 attached in a part of reticle stage 14. The laser-interferometer system 17 receives the laser beam reflected by the migration mirror 16 (that is, light is received). The reticle stage controller 20 controls the motor (it is (like a linear motor or a voice coil)) 15 which drives a reticle stage 14 based on XY-coordinate location measured by the laser-interferometer system 17. Scanning migration and stepping migration of a reticle stage 14 are controlled by it.

[0050] When a part of circuit pattern space of Reticle R is illuminated by the pulsed light formed in the rectangle emitted from the condenser lens system 12, it lets 1 / 4 (namely, quadrant) cutback projection lens system PL pass, and the image formation light beam which comes out of the circuit pattern of the illuminated part is projected on the photosensitive resist layer applied to the top face (namely, principal plane) of Wafer W, and carries out image formation. The optical axis AX of 1 / 4 cutback projection lens system PL is positioned so that it may elongate through the central point of a circular image vision field, and so that it may become the same axle to the optical axis of an illumination system 10, and the optical axis of the condenser lens system 12.

[0051] 1 / 4 cutback projection lens system PL is equipped with two or more lens elements. The lens element consists of a quartz which has high permeability, and two different ingredients like fluorite to the

ultraviolet rays which have the wavelength of 193nm. Fluorite is mainly used, in order to form the lens element which has Masachika (positive power). The air of the lens-barrel to which the lens element of 1 / 4 cutback projection lens system PL was fixed is transposed to nitrogen gas. The absorption of the pulse illumination light which has the wavelength of 193nm by oxygen is avoidable with this. It is similarly transposed to nitrogen gas about the optical path applied to the condenser lens system 12 from the inside of an illumination system 10.

[0052] Wafer W is held at the wafer electrode holder (chuck) WH. The wafer electrode holder WH has drawn the rear face (after side face) of a wafer by vacuum attraction. The annular auxiliary plate section HRS is formed in the periphery of the wafer electrode holder WH so that the perimeter of Wafer W may be surrounded. The height of the annular front face of the auxiliary plate section HRS serves as substantially a top face of the wafer electrode holder WH attached in the top face of the wafer electrode holder WH with the same flat surface. When carry out scan exposure of the shot field in the circumference location on Wafer W so that it may explain to a detail below, if the detection point (namely, detect point) of the sensor for focusing be position on the outside of the profile edge of Wafer W, the annular auxiliary plate section HRS will be use as an alternative focal detection side.

[0053] Furthermore, the annular auxiliary plate section HRS functions as a flat criteria plate (reference plate) for proofreading system offset of the sensor for focusing as indicated by above-mentioned (given to Suwa) United States patent 4,650,983rd. A needless to say and special criteria plate is prepared independently, and you may make it proofread the sensor for focusing.

[0054] The wafer electrode holder WH is attached in the ZL stage 30. The ZL stage 30 can carry out translational motion to a Z direction in accordance with the optical axis AX of 1 / 4 cutback projection lens system PL. Moreover, the ZL stage 30 is movable also in the direction which intersects perpendicularly to an optical axis AX, while carrying out tilt motion to XY flat surface. The ZL stage 30 is attached in X-Y stage 34 through three Z-actuators 32A, 32B, and 32C. X-Y stage 34 is movable to two-dimensional in the direction of X, and the direction of Y on the base. Each of the Z-actuators 32A, 32B, and 32C serves as for example, a piezo flexible component, a voice coil motor or a DC motor, and combination of a lift cam mechanism.

[0055] Supposing each of the Z-actuators 32A, 32B, and 32C (namely, Z-drive motor) drives only the same amount as a Z direction, while between X-Y stages 34 is maintained by parallel, translational motion of the ZL stage 30 will be carried out to a Z direction (namely, direction which performs focusing). Supposing each of the Z-actuators 32A, 32B, and 32C drives only an amount which is different in a Z direction, the amount of tilts (dip) and the direction of a tilt of the ZL stage 30 will be adjusted by it.

[0056] Two-dimensional migration of X-Y stage 34 is caused by some drive motors 36. The drive motor 36 is the linear motor which can generate driving force in the state of the DC motor (namely, direct current motor) made to rotate a feed screw or non-contact. The drive motor 36 is controlled by the wafer stage controller 35. The measurement coordinate location from a laser interferometer (IFM) 33 is supplied to the wafer stage controller 35 so that change of the location in the direction of X and the direction of Y of a reflector of the migration mirror 31 can be measured.

[0057] For example, the whole X-Y stage 34 structure which uses a linear motor as a drive motor 36 can be made into what is indicated by Provisional Publication No. 61-209831st (Tateishi electrical-and-electric-equipment incorporated company) exhibited on September 18, 1986.

[0058] About this example, the work distance (working distance) of 1 / 4 cutback projection lens system PL is very small, therefore the projection beam of the sensor for focusing of the type of oblique incidence light passes along the tooth space between the front face of the optical element of 1 / 4 cutback projection lens system PL nearest to the image surface, and the top face of Wafer W, and it is considered that it cannot lead on the surface of a wafer. Three off axis type (the outside of the projection visual field of 1 / 4 cutback projection lens system PL is equipped with the focal detection point) focal detection systems GDL, GDC, and GDR are arranged [in / therefore / this example] on the outskirts of a lower part edge of the barrel (lens-barrel) of 1 / 4 cutback projection lens system PL.

[0059] Among these focal detection systems, to the direction of scanning migration of the wafer W at the time of scanning exposure, the focal detection systems GDL and GDR are set up so that it may have the focal detection point (point detecting [focal]) positioned by a before [a projection visual field] side, and the backside. When one shot field of Wafer W is scanned and exposed, before one side of the focal detection systems GDL and GDR chosen according to the direction of scanning migration (a plus direction or the minus direction) operates and a rectangular projection image is exposed by the wafer, the change in the height location of the front face of a shot field is predicted.

[0060] Therefore, the focal detection systems GDL and GDR function as the read-ahead sensor of the focal detection system indicated by United States patent (given to SAKAKIBARA etc.) 5,448,332nd similarly. However, in this example, a different sequence from the sequence of the 5,448,332nd focus (or tilt accommodation) of an United States patent is used, therefore the special focal detection system is added to the focal detection systems GDL and GDR. This structure is explained to the detail by the following.

[0061] The focal detection system GDC shown in drawing 1 is equipped with the detection point (detecting point) arranged by the off-axis method in the non-scanning direction which intersects perpendicularly to the scanning direction of the projection visual field of 1 / 4 cutback projection lens system PL, when it sees on the front face (namely, XY flat surface) of Wafer W. However, the focal detection system GDC was seen by drawing 1, and, in addition to the detection point by the side of before 1 / 4 cutback projection lens system PL, equips the backside of 1 / 4 cutback projection lens system PL with other detection points.

[0062] The focal detection approach of having followed the invention in this application has the description in the point that one side of the off axis focal detection system GDC and the read-ahead focal detection systems GDL and GDR collaborates mutually, and operates. Detailed explanation of these focal detection systems is mentioned later.

[0063] The information (for example, error signal showing the amount of gaps from the best focal location etc.) about some height locations on the front face of a wafer detected by each of the focal detection systems GDL, GDR, and GDC mentioned above is inputted into the automatic-focusing doubling (AF) control unit 38. The AF control unit 38 determines the optimal amount which drives each of the Z-drive motors 32A, 32B, and 32C as a Z-actuator based on the detection information supplied from the focal detection systems GDL, GDR, and GDC, drives the Z-drive motors 32A, 32B, and 32C, and it performs tilt accommodation while it performs focusing to the field of the wafer W in which a projection image carries out image formation actually.

[0064] For this control, each of the focal detection systems GDL and GDR serves as a sensor for multipoint (multipoint) focusing. This sensor has the detection point in two or more locations (for example, at least two locations) in the rectangle projection field on the wafer W formed of 1 / 4 cutback projection lens system PL. Focusing has come, as for the AF control unit 38, to be, able to carry out tilt accommodation of the wafer W in the non-scanning direction (the direction of X), of course at least.

[0065] By moving X-Y stage 34 in the direction of Y with constant speed, the aligner shown in drawing 1 is constituted so that scanning exposure may be performed. The relation between scanning migration of Reticle R and Wafer W between scanning exposure and stepping migration of Reticle R and Wafer W is explained with reference to drawing 2.

[0066] If drawing 2 is referred to, the front group lens system LGa and the back group lens system LGb express 1 / 4 cutback projection lens system PL shown in drawing 1. The exit pupil Ep exists between the front group lens system LGa and the back group lens system LGb. Circuit pattern space Pa is formed in the frame (frame) demarcated with the electric shielding band SB on the reticle R shown in drawing 2. Circuit pattern space Pa has larger diagonal line die length than the diameter of the circular image vision field formed on a body 1 / 4 cutback projection lens system PL side.

[0067] By the scanning method, the image of circuit pattern space Pa of Reticle R is exposed by the shot field SAa to which it corresponds on Wafer W. This scanning method is held by moving Wafer W to the plus direction which met the Y-axis with constant speed Vw, while moving for example, the reticle R in the minus direction which met the Y-axis at the fixed rate Vr. At this time, the configuration of the pulse illumination light IA for illuminating Reticle R is set as a parallel strip or a rectangle long and slender in the direction of X in circuit pattern space Pa of Reticle R, as shown in drawing 2. The ends of the configuration of the pulse illumination light IA which has countered mutually in the direction of X are positioned by the electric shielding band SB.

[0068] Image formation of the partial pattern contained in the rectangle region of circuit pattern space Pa of Reticle R irradiated by the pulse illumination light IA is carried out to the response location in the shot field SAa of Wafer W as an image SI by 1 / 4 cutback projection lens system PL (the front group lens system LGa and back group lens system LGb). When relative scanning between circuit pattern space Pa on Reticle R and the shot field SAa on Wafer W is completed, only a fixed distance moves one step of wafers W in the direction of Y. The starting position of scanning is set up to the shot field SAB contiguous to the shot field SAa by it. The lighting by the pulse illumination light IA has stopped during this stepping actuation.

[0069] Next, in order to expose the circuit pattern image of circuit pattern space Pa of Reticle R to the shot field SAB on Wafer W by the scanning method, Reticle R moves to the plus direction of a Y-axis with constant speed Vr to the pulse illumination light IA. And Wafer W moves in the minus direction of a Y-axis

with constant speed V_w to the projected image SI simultaneously. Velocity ratio V_w/V_r is set as the cutback ratios $1/4$ of $1/4$ cutback projection lens system PL. The above-mentioned schedule is followed and the image of circuit pattern space Pa of Reticle R is exposed by two or more shot fields on Wafer W.

[0070] The projection aligners shown in drawing 1 and drawing 2 are the following approaches, and can be used as an aligner of a step-and-repeat method. That is, if the diagonal line die length of circuit pattern space Pa on Reticle R is smaller than the diameter of the circuit image vision field of $1/4$ cutback projection lens system PL, the configuration and size of opening of a reticle blind in an illumination system 10 change, and the configuration of the pulse illumination light IA is in agreement with circuit pattern space Pa with it. In such a case, a reticle stage 14 and X-Y stage 34 are maintained by the condition of having stood it still relatively while exposing each of the shot field on Wafer W.

[0071] However, supposing Wafer W moves slightly between exposure, slight migration of Wafer W can be measured by the laser interferometer systems 33. Moreover, the small error to which the location of the wafer W to $1/4$ cutback projection lens system PL corresponds can be negated by moving slightly under control in a reticle stage 14, consequently carrying out flattery amendment by Reticle R side. For example, the system for such flattery amendment is indicated by JP,6-204115,A and JP,7-220998,A. The technique indicated by these open official reports can be used if needed.

[0072] If the configuration and size of opening of a reticle blind change, the pulse illumination light IA which reaches a reticle blind from the light source can be collected within limits adjusted in adjusted opening by preparing a zoom lens system according to change of the configuration of opening, or size.

[0073] Only by meeting in the rolling direction over the direction which rotates a Y-axis as a core, i.e., the scanning exposure direction in this example, tilt accommodation between scanning exposure can be performed from the field of the projected image SI being set as a strip configuration long and slender in the direction of X, or a rectangle configuration, as clearly shown in drawing 2. Supposing the width of face in the scanning direction of the projected image SI field is large needless to say to extent which needs to take into consideration the effect of the flatness on the front face of a wafer to the scanning direction, tilt accommodation in the pitching direction will be performed between scanning exposure. This actuation is explained more to a detail about other examples of the invention in this application.

[0074] The focal detection systems GDL, GDR, and GDC shown in drawing 1 are arranged as illustrated by drawing 3. Drawing 3 is the perspective view showing arrangement of the detection point of the focal detection system on the flat surface in which the circular image vision field CP is formed by the image side of $1/4$ cutback projection lens system PL. Drawing 3 shows only arrangement of the focal detection systems GDL and GDC. The focal detection system GDR is omitted. It is because the focal detection system GDR is the same structure as the focal detection system GDL.

[0075] If drawing 3 is referred to, the focal detection system GDC is equipped with two detectors GDC1 and GDC2. Detectors GDC1 and GDC2 are set up so that the detection points (detection field) FC1 and FC2 may be positioned on the extension wire LLc elongated from the axis of the image SI with which the rectangle was projected by the strip. The image SI with which the rectangle was projected by the strip is the circular image vision field CP of $1/4$ cutback projection lens system PL, and is elongated in the diameter direction (the direction of X). These detectors GDC1 and GDC2 detect the amount of position errors of the Z direction to the height location and the best focal flat-surface location of Wafer W (or auxiliary plate section HRS) on top.

[0076] On the other hand, the focal detection system GDL is equipped with five detectors GDA1, GDA2, GDB1, GDB2, and GDB3 in this example. Detectors GDA1, GDA2, GDB1, GDB2, and GDB3 are equipped with the detection points (detection field) FA1, FA2, FB1, FB2, and FB3, respectively. The detection points FA1, FA2, FB1, FB2, and FB3 are positioned by the straight line LLa parallel to extension wire LLc. Each of these five detectors GDA1, GDA2, GDB1, GDB2, and GDB3 detects the amount of position errors of the Z direction to the height location and the best focal flat-surface location of the point in the top face of Wafer W (or auxiliary plate section HRS) independently.

[0077] Extension wire LLc and a straight line LLa keep fixed distance in the scanning direction (the direction of Y) mutually, and are set as it. Moreover, the detection point FA 1 of a detector GDA1 and the detection point FC1 of a detector GDC 1 are substantially set as the same coordinate location in the direction of X. On the other hand, the detection point FA 2 of a detector GDA2 and the detection point FC2 of a detector GDC 2 are substantially set as the same coordinate location in the direction of X.

[0078] The detection points FB1, FB2, and FB3 of three detectors GDB1, GDB2, and GDB3 are arranged so that the field of the image SI with which the strip or the rectangle was projected may be covered in the direction of X. That is, the detection point FB2 is arranged in the X coordinate location corresponding to the

core (point along which an optical axis AX passes) in the direction of X of the field of the projected image SI. On the other hand, the detection points FB1 and FB3 are arranged in the X coordinate location corresponding to the location near [in the direction of X of the projected image SI] ends. Therefore, the three detection points FB1, FB2, and FB3 are used, and the focal error in the surface section of the wafer W corresponding to the projected image SI field can be predicted now.

[0079] The focal detection system GDR which is not illustrated by drawing 3 is equipped with three read-ahead detectors GDE1, GDE2, and GDE3 and other two detectors GDD1 and GDD2. Detectors GDD1 and GDD2 are arranged at the both sides of the direction of X of the read-ahead detectors GDE1, GDE2, and GDE3. in order to simplify explanation -- this example -- setting -- 12 detectors GDA1 and GDA2; -- two or more flat surfaces accepted by GDB1, GDB2, DB3;GDC1, GDC2;GDD1, GDD2;GDE1, and GDE2 and GDE3 as two or more best focal locations are assumed to be what is adjusted at one XY flat surface. That is, there is no offset on a system among 12 detectors. moreover -- as the location where the detected focal error becomes zero -- the 12 detection points FA 1 and FA2; -- the surface height location of FB1, FB2, FB3;FC1, FC2;FD1, FD2;FE1, and the wafer W detected by FE2 and FE3 is assumed to be what receives mutually and is approaching mostly.

[0080] The edge of 1 / 4 cutback projection lens system PL can use a photo sensor, an air micrometer type sensor, an electrostatic-capacity type gap (gap) sensor, etc. as 12 focus detectors which are not dipped in a liquid and which were mentioned above when becoming. However, if the projection system of an immersion type is formed, of course, an air micrometer type sensor cannot be used.

[0081] Drawing 4 is the block diagram of an example of the AF control unit 38 for processing the detecting signal (error signal) from the focal detection systems GDL, GDR, and GDC shown in drawing 1 and drawing 3 . One group of the group of the detecting signal from five detectors GDA1, GDA2, GDB1, GDB2, and GDB3 of the read-ahead focal detection system GDL and the groups of the detecting signal from five detectors GDD1, GDD2, GDE1, GDE2, and GDE3 of the focal detection system GDR is chosen by the change circuit 50, and is supplied to a subsequent processing circuit as shown in drawing 4 .

[0082] The change circuit 50 answers the change signal SS 1 supplied from the location supervisory circuit (location monitor circuit) 52 (the result of distinction of a direction is expressed), and chooses the signal from one side of the focal detection systems GDL and GDR. The location supervisory circuit 52 distinguishes one migration direction of the scanning migration direction of the wafer stage 34 from [of another side] migration based on the stage control information from the wafer stage controller 35. Moreover, the location supervisory circuit 52 is supervising change of the location which Wafer W moved from the read-ahead location to the exposure location. In the condition by which it was shown in drawing 4 , the change circuit 50 has chosen five detecting signals from the focal detection system GDL.

[0083] The detecting signal from the read-ahead detectors GDB1, GDB2, and GDB3 about an exposure field (the projected image SI) is supplied to the 1st calculator 54 for calculating a focal error amount and a tilt error amount. The 1st calculator 54 supplies focal error amount ΔZ_f of the surface field of the wafer W read in advance on the three detection points FB1, FB2, and FB3, and the error data DT1 and DT2 about tilt error amount ΔT_x (delicate inclination centering on a Y-axis) to the 2nd count and store circuit 56.

[0084] On the other hand, detectors GDA1 and GDA2 supply information ZA1 and information ZA2 to the 2nd count and store circuit 56. Information ZA1 expresses the height location (namely, focal gap) of the front face in the detection point FA 1. Information ZA2 expresses the height location (namely, focal gap) of the front face in the detection point FA 2. Detection of information ZA1 and Information ZA is performed to the detection and coincidence on the front face of a wafer by three detectors GDB1, GDB2, and GDB3.

[0085] Based on the error data DT1 and DT2, information ZA1 and ZA2, and the relative-position relation between detectors, the 2nd count and store circuit 56 calculate the desired value ΔZ_1 and ΔZ_2 of the height location of the wafer W which should be detected on the detection points FC1 and FC2 of the detectors GDC1 and GDC2 set as the projection exposure location about the direction (the scanning direction) of Y. The 2nd count and store circuit 56 memorize the calculated desired value ΔZ_1 and ΔZ_2 temporarily.

[0086] The semantics of desired value ΔZ_1 and ΔZ_2 is as follows. Namely, the wafer W read in advance on the read-ahead detection points FA1 and FA2 () Or when the annular surface section of the auxiliary plate section HRS reaches the detection points FC1 and FC2 in a corresponding exposure location Focal error amount ΔZ_f and tilt error amount ΔT_x as which they will be determined by read ahead if the information ZC1 and information ZC2 which were detected by detectors GDC1 and GDC2 are equal to desired value ΔZ_1 and ΔZ_2 respectively become zero in an exposure location.

[0087] Furthermore, just before the field about the direction of Y on the predicted wafer arrives at the

exposure location where a projection image SI is exposed, the 2nd count and store circuit 56 output the memorized desired value delta Z1 and delta Z2 to the 3rd count and actuation circuit 58.

[0088] Therefore, synchronizing with the signal SS 2 outputted from the location supervisory circuit 52, the 2nd count and store circuit 56 output the signal showing the desired value delta Z1 and delta Z2 memorized temporarily to the 3rd count and actuation circuit 58. After only the time amount determined resemble the distance between the straight lines LLa and extension wire LLc in the direction of Y and the passing speed of Wafer W is delayed to said signal showing desired value delta Z1 and delta Z2, it is outputted to the 3rd count and actuation circuit 58.

[0089] If a signal SS 2 is outputted whenever Wafer W moves and only the distance corresponding to the width of face of a projection image SI in the scanning direction is scanned The distance in the direction of Y between the straight lines LLa and extension wire LLc which were shown in drawing 3 The fixed desired value delta Z1 and delta Z2 of the group (for example, 5 sets) of a number corresponding to the number obtained by doing the division of (for example, about 40mm) by the width of face (about 8mm) of a projection image SI is memorized in the 2nd count and store circuit 56. Therefore, the 2nd count and store circuit 56 function as memory which memorizes desired value delta Z1 and delta Z2 by the FIFO (FIFO) approach.

[0090] The 3rd count and actuation circuit 58 answer a signal SS 3 from the location supervisory circuit 52, and read the detection information ZC1 and ZC2 about the height location of the front face of the wafer W (or annular auxiliary plate section HRS) detected by detectors GDC1 and GDC2. Immediately after that, the field on the wafer W detected in the read-ahead location reaches in an exposure location (location of the projected image SI).

[0091] Simultaneously, the 3rd count and actuation circuit 58 read the data of the desired value (it corresponds to an exposure location) delta Z1 and delta Z2 outputted from the 2nd count and store circuit 56. And the 3rd count and actuation circuit 58 determine the amount of actuation corresponding to the Z-drive motors 32A, 32B, and 32C shown in drawing 1 (the amount of centering control, and amount of rate accommodation) by count based on the detection information ZC1 and ZC2 and desired value delta Z1 and delta Z2. Subsequently, the 3rd count and actuation circuit 58 output the data of the determined amount of actuation to the Z-drive motors 32A, 32B, and 32C.

[0092] Almost all the components of drawing 4 are materialized by the microcontroller and microprocessor which perform the suitable program which can write by this contractor from a viewpoint of drawing 4 and which were programmed.

[0093] Drawing 5 is a top view explaining the function of the annular auxiliary plate section HRS formed in the periphery of a wafer electrode holder as shown in drawing 1. In this example, since all the detection points of a focal detection system are positioned on the outside of the projection visual field CP of 1 / 4 cutback projection lens system PL which was mentioned above, when carrying out scanning exposure of the shot field of the shoes arranged to the periphery of this wafer W among two or more shot fields SAn on Wafer W, some focal detection points may be put on the surrounding outside of Wafer W.

[0094] For example, when scan exposure of the surrounding shot field SA 1 of the wafer W positioned on the wafer electrode holder WH using the notch [PURIARAIMENTO / notch] (alignment was carried out in advance) NT is carried out as shown in drawing 5, The focal detection point FA 1 (or FD1) and the detection point FC1 of the focal detection system GDC of an exposure location in the edge of the read-ahead focal detection system GDL (or GDR) are put on the outside of Wafer W. In this case, it is usually difficult to perform focusing and tilt accommodation.

[0095] The main functions of the annular auxiliary plate section HRS are enabling tilt motion with the usual focusing in such a case. The detection point FA 1 (or FD1) and the detection point FC1 which were put on the outside of Wafer W are set up so that it may be positioned on the front face of the annular auxiliary plate section HRS, as shown in drawing 5. Therefore, as for the height of the annular front face of the auxiliary plate section HRS, it is desirable that it is substantially equal to the height of the front face of Wafer W.

[0096] When it explains more concretely, the front face of Wafer W and the front face of the annular auxiliary plate section HRS are detection within the limits corresponding to the detection points FA1 (FA2), FC1 (FC2), and FD1 (FD2), and it receives mutually and is on the same flat surface. In the detection range, the linearity of a request of the focus detector corresponding to the detection point is secured. furthermore, extent as the reflection factor of a standard wafer (silicon) with the reflection factor of the auxiliary plate section HRS same since it is used [*****] instead of the front face of the annular auxiliary plate section HRS being a front face of Wafer W -- or it is the same value. For example, as the annular auxiliary plate section HRS, the front face by which mirror finish was carried out is desirable.

[0097] (On the wafer electrode holder WH) If Wafer W moves in the direction of the arrow head shown in drawing 5 and is scanned, the detection point FA 1 of the focal detection system GDL, FA2;FB1, and FB2 and FB3 will be chosen as a read-ahead sensor about the shot field SA 1. In this case, the extension wire LLc corresponding to a core for the ability setting in the direction of Y of a projection image SI, If distance between the straight lines LLa by which the detection point of the focal detection system GDL is arranged is set to DLa and distance between extension wire LLc and the straight line LLb by which the detection point of the focal detection system GDR of another side is arranged is set to DLb In this example, DLa and DLb are set up so that DLa may become almost equal to DLb. Time delay $\text{deltat} = \text{DLa} / \text{Vw}$ (second) from the rate Vw of the wafer W at the time of scanning exposure. Therefore, in the 2nd the count and store circuit 56 which were shown in drawing 4 , the time amount for memorizing temporarily desired value delta Z1 and delta Z2 is equal substantially with time lag (time lag) deltat .

[0098] However, you may make it choose distance DLa and distance DLb according to the constraint related to the structure of an aligner, so that DLa may not become equal to DLb. Needless to say, in such a case, desired value deltaZ1 and the time delay of supply of deltaZ2 are set up by different die length about the activity of the read-ahead focal detection system GDL, and the activity of the read-ahead focal detection system GDR.

[0099] Focusing of the 1st example constituted as mentioned above, and an operation of tilt motion are explained with reference to drawing 6 A thru/or drawing 6 D. Drawing 6 A shows in graph the condition on the front face of an upside of the annular auxiliary plate section HRS detected by the read-ahead focal detection system GDL at a certain flash while carrying out scanning exposure of the circumference shot field SA 1 of the wafer W as shown in drawing 5 , and the condition on the front face of an upside of Wafer W.

[0100] In drawing 6 A thru/or drawing 6 D, the level line BFP shows the optimal focal plane of 1 / 4 cutback projection lens system PL. In the shot field SA 1, the detector GDB1 which detects the location in the Z direction on the front face of a wafer on the detection point FB1 outputs the detecting signal which expresses deltaZB1 as an amount of Z position errors on the front face of a wafer to a flat surface BFP (the out-of-focus amount of defocusing, i.e., the amount). Similarly, the detectors GDB2 and GDB3 which detect the error of the location in the Z direction on the front face of a wafer on the detection points FB2 and FB3 output the detecting signal showing errors delta ZB2 and delta ZB3 . If a wafer front face is below the optimal focal plane BFP, each of these Z position error has the negative value. Moreover, if a wafer front face is above the optimal focal plane BFP, each of Z position error has the forward value.

[0101] The value of these errors delta ZB1 , delta ZB2 , and delta ZB3 is inputted into the 1st the count and store circuit 54 which were shown in drawing 4 . The 1st count and store circuit 54 determine the parameter of the formula showing the approximation side APP (in practice approximation straight line) shown in drawing 6 B of the predicted whole part in the shot field SA 1 by the least square method etc. based on these error values. The parameters determined by it are focal error amount deltaZf of the approximation side APP, and tilt error amount deltaTx , as shown in drawing 6 B. Thus, the value of calculated focal error amount deltaZf and tilt error amount deltaTx is outputted to the 2nd count and store circuit 56 as data DT 1 and data DT 2. In this example, focal error amount deltaZf is calculated as a substantial error in the central point in the direction of X of the shot field SA 1 (it corresponds to the detection point FB2).

[0102] As mentioned above, when detectors GDB1, GDB2, and GDB3 detect Z position error, detectors GDA1 and GDA2 detect simultaneously the Z position errors delta ZA1 and delta ZA2 of the wafer front face to the optimal focal plane in the detection points FA1 and FA2, or the front face of the annular auxiliary plate section HRS. These errors delta ZA1 and delta ZA2 are memorized temporarily in the 2nd count and store circuit 56.

[0103] Supposing the approximation side APP as shown in drawing 6 B immediately after this detection and storage is amended so that it may be in agreement with the optimal focal plane BFP as shown in drawing 6 C Namely, supposing the wafer electrode holder WH is adjusted in a Z direction and the tilt motion direction so that it may be set to tilt error amount $\text{deltaTx} = 0$ so that it may be set to focal error amount $\text{deltaZf} = 0$ and The 2nd count and store circuit 56 Data DT1 and DT2 (error amounts delta Zf and delta Tx), The Z position errors delta ZA1 and delta ZA2 actually measured on the detection points FA1 and FA2, Based on the distance DS in the direction of X between each of the central point of a shot field, and the detection points FA1 and FA2, Z location desired value deltaZ1 which should be detected on the detection point FA 1, and Z location desired value deltaZ2 which should be detected on the detection point FA 2 are calculated. Calculated Z location desired value delta Z1 and delta Z2 is temporarily memorized in the 2nd

count and store circuit 56 until the field where it was predicted on Wafer W arrives at the field of a projection image SI (exposure location).

[0104] When the field where it was predicted on Wafer W arrives at an exposure location, in order that the 3rd the count and actuation circuit 58 which were shown in drawing 4 may detect Z position error in the detection points FC1 and FC2, the detecting signal from detectors GDC1 and GDC2 is read. For example, if it is in the condition that the field where it was predicted on Wafer W was shown in drawing 6 D just before arriving at an exposure location, a detector GDC 1 will output the detecting signal ZC1 showing Z position error in the detection point FC1. On the other hand, a detector GDC 2 outputs the detecting signal ZC2 showing Z position error in the detection point FC2.

[0105] Subsequently, the value of the detecting signals ZC1 and ZC2 supplied from detectors GDC1 and GDC2 the 3rd count and actuation circuit 58 So that it may become equal to Z location desired value delta Z1 and delta Z2 which is delayed and is supplied from the 2nd count and store circuit 56, respectively In a Z direction, three Z-actuators 32A and 32B required a tilt and/or in order to carry out translational motion, and the amount of actuation for 32C are calculated for the wafer electrode holder WH. The 3rd count and actuation circuit 58 supply the signal corresponding to said calculated amount of actuation to the Z-actuators 32A, 32B, and 32C.

[0106] The shot field SA 1 of the top face of Wafer W is an exposure location, and it is adjusted by it at accuracy so that it may be in agreement with the optimal focal plane BFP. Consequently, the projection image SI of the pattern of Reticle R which should be maintained by the optimal image formation condition is exposed in the scanning mode of a shot field.

[0107] Between this actuation in the 1st example, when the front face of Wafer W or the front face of the annular auxiliary plate section HRS is in agreement with the optimal focal plane BFP, each detector in the read-ahead focal detection system GDL and each detector in the exposure location focal detection system GDC are, when there is no focal error, they show things, and they are set up so that a detecting-signal output may be carried out (calibration). However, it is difficult to set a detector as such a condition strictly. The pattern image with which the detection offset between the detectors GDA1 and GDA2 (GDD1 and GDD2) in the read-ahead focal detection system GDL (GDR) and the exposure location focus detectors GDC1 and GDC2 was especially formed in Wafer W for exposure is made, as for a focus, to cause a gap uniformly.

[0108] Therefore, the height location in the Z direction to which a detector GDC 1 detects the focal error of zero, A detector GDA1 (GDD1) the offset value between the height locations in the Z direction which detects the focal error of zero You may make it measure and memorize by performing focal detection simultaneously with these detectors on the front face of the reflective glass plate (namely, criteria plate) prepared in the wafer electrode holder WH where display flatness is very high. This front face can be made into other structures of another object in Structure HRS or Structure HRS. Consequently, when the Z-actuators 32A, 32B, and 32C drive based on Z position error detected by the exposure location focus detectors GDC1 and GDC2, the memorized offset value can amend.

[0109] The structure of the focus concerning the 2nd example of the invention in this application and a tilt sensor is explained with reference to drawing 7 and drawing 8 below. About the 2nd example, the projection image SI included in the circular visual field of 1 / 4 cutback projection lens system PL was comparatively alike in the direction (the scanning direction) of Y, and is equipped with the big maximum width, and the situation that it should be necessary to take the effect of pitching (pitching) of the tilt to the direction of Y of the front face of Wafer W, i.e., effect, into consideration by it is assumed.

[0110] The exposure location focus detector GDC 1 (not shown) is formed, and the exposure location focus detector GDC 1 is equipped with two detection point FC1a and FC1b as shown in drawing 7 . Detection point FC1a and FC1b are arranged considering extension wire LLc as a core in the direction of Y at the symmetry above the projection image SI. And another exposure location focus detector GDC 2 (not shown) is formed. The exposure location focus detector GDC 2 is equipped with two detection point FC2a and FC2bs. Detection point FC2a and FC2b are arranged considering extension wire LLc as a core in the direction of Y at the symmetry below the projection image SI. Furthermore, the read-ahead focus detector GDA1 and the read-ahead focus detector GDA2 (not shown) are formed. The read-ahead focus detector GDA1 is equipped with two detection point FA1a and FA1b. Detection point FA1a and FA1b are arranged considering the straight line LLa as a core in the direction of Y at the symmetry. The read-ahead focus detector GDA2 is equipped with two detection point FA2a and FA2bs. Detection point FA2a and FA2b are arranged considering the straight line LLa as a core in the direction of Y at the symmetry. Similarly, the read-ahead focus detector GDD1 (not shown) and the read-ahead focus detector GDD2 (not shown) are formed. The read-ahead focus detector GDD1 is equipped with two detection point FD1a and FD1b.

Detection point FD1a and FD1b are arranged considering the straight line LLb as a core in the direction of Y at the symmetry. The read-ahead focus detector GDD2 is equipped with two detection point FD2a and FD2bs. Detection point FD2a and FD2b are arranged considering the straight line LLb as a core in the direction of Y at the symmetry.

[0111] The read-ahead focus detector GDBn ($2n = 1, 3$) (not shown) and the read-ahead focus detector GDEn ($2n = 1, 3$) (not shown) are formed again. The read-ahead focus detector GDBn is equipped with two or more pairs detection point FB1a, FB1b; FB2a, FB2b; FB3a, and FB3b. The read-ahead focus detector GDEn is equipped with two or more pairs detection point FE1a, FE1b; FE2a, FE2b; FE3a, and FE3b. The detection point of each set separates from each other in the direction of Y, opens fixed spacing and is formed.

[0112] The focal detection system shown in drawing 7 is the same approach as the 1st example mentioned above, and reproduces the amount of accommodation (namely, desired value $\Delta Z1$ and $\Delta Z2$) required in order to amend the shape of surface type of each predicted shot field (namely, error amounts ΔZf and ΔTx) in the detection point of the off-axis detectors GDC1 and GDC2. A focus [in / by it / the Z direction of an exposure field] and the tilt accommodation in the direction of X (the rolling direction, i.e., the rolling direction) are possible.

[0113] In this example the read-ahead focal detection system GDL (GDR) and the exposure location focal detection system GDC From having two or more pairs of detection points (FA_{na}, FA_{nb}; FB_{na}, FB_{nb}; FC_{na}, FC_{nb}; FD_{na}, FD_{nb}; FE_{na}, and FE_{nb}) with which only fixed distance opened spacing and was established in the direction of Y Tilt error amount ΔTy of the predicted shot field in the pitching direction Are detectable from the difference between Z position errors in the detection point (... na, ... nb) which forms two or more pairs in the direction of Y. Moreover, the amount of accommodation required to amend the shape of surface type of the shot field containing tilt error amount ΔTy (namely, desired value $\Delta ZA1$ and $\Delta ZA2$) is reproducible with the detection point (FC_{na} and FC_{nb}) of the off axis detectors GDC1 and GDC2.

[0114] The detectors GDB1, GDB2, and GDB3 for the detection points FB1, FB2, and FB3 shown in drawing 3 to detect a focal location are arranged as a system which carried out mutually-independent by fixing to the lower part section of 1 / 4 cutback projection lens system PL. However, these three detectors GDB1, GDB2, and GDB3 can let a common objective lens system pass, and they can constitute it so that the detection points FB1, FB2, and FB3 may detect a focal location. [at least] The same thing can be said also about the group of three detectors GDE1, GDE2, and GDE3 for detecting a focal location on the detection points FB1, FB2, and FB3 shown in drawing 5 .

[0115] Furthermore, an objective lens system common for the same object may be used about other groups of six detectors who detect a focal location on the six detection points FE_{na} and FE_{nb} ($2n = 1, 3$) on the six detection points FB_{na} and FB_{nb} ($2n = 1, 3$) shown in drawing 7 , concerning the group of six detectors who detects a focal location. Therefore, two or more detection points explain briefly the configuration which uses the common objective lens system for detectors which detects a focal location with reference to drawing 8 .

[0116] Drawing 8 is an abbreviation side elevation location--related [between the projection lenses and detectors which were seen in the direction of Y by drawing 7]. The detector supports the six detection points FB_{na} and FB_{nb} ($2n = 1, 3$) shown in drawing 7 , four detection point FA1a, FA1b and FA2a, and FA2b. Therefore, the scanning direction of the wafer W in drawing 8 is a direction which intersects perpendicularly to the flat surface of the drawing 8 concerned. Five detection point FA1a arranged in the direction of X in the location of the leftmost of drawing 7 at the single tier, FB_{na} ($2n = 1, 3$), and FA2a are represented and shown in drawing 8 . Detection point FA1b, FB_{nb} ($2n = 1, 3$), and FA2b of another train adjoin five (setting in the direction which intersects perpendicularly to the space of drawing 8) detection point FA1a and FB_{na}(s) ($2n = 1, 3$), and FA2a. In this example, the focal location in these ten detection points is detected by the objective lens system.

[0117] The illumination light ILF from illumination-light study system 80A including the light sources (for example, light emitting diode, laser diode, a halogen lamp, etc.) is emitted through each of ten small slits formed in multi-slit-plate 81A as shown in drawing 8 . Said light source can emit light of the wavelength field which the resist layer on Wafer W does not expose. Ten small slits are arranged corresponding to the ten detection points FB_{na} and FB_{nb} ($2n = 1, 3$) set as Wafer W, FA1a, FA1b, FA2a, and FA2b. The transmitted light of a small slit passes along lens system 82A and reflecting mirror 83A, and they carry out incidence to objective lens 84A of a projection system. And only a desired include angle is deflected by prism 85A, and a slit image is formed in each detection point.

[0118] Illumination-light study system 80A, multi-slit-plate 81A, lens system 82A, reflecting mirror 83A,

objective lens 84A, and prism 85A constitute the projection system of an oblique incidence light type focal detection unit. The continuous line of the optical path ranging from multi-slit-plate 81A to Wafer W shown in drawing 8 expresses the chief ray of the light transmitted from the small slit, and the dotted line in an optical path expresses with detection point FB2a (or FB2b) the typical image formation beam of light SLf of the small slit image formation light by which image formation is carried out.

[0119] The reflected light of the small slit image formation light reflected on each detection point on Wafer W passes along prism 85B, objective lens 84B, reflecting mirror 83B, and lens system 82B, and image formation is again carried out by light-receiving slit-plate 81B. Prism 85B, objective lens 84B, reflecting mirror 83B, and lens system 82B are arranged in general to said projection system at the symmetry. Ten small slits for light-receiving arranged corresponding to said small slit prepared in projection multi-slit-plate 81A are formed in light-receiving slit-plate 81B. The light which transmitted the small slit for these light-receiving is received by light-receiving equipment 80B. Light-receiving equipment 80B is two or more photoelectrical sensing elements.

[0120] As two or more photoelectrical sensing elements of light-receiving equipment 80B, ten photoelectrical sensing elements are prepared corresponding to the location of the small slit of light-receiving slit-plate 81B so that the focal location in the detection point on a wafer can be detected separately. Light-receiving equipment 80B, light-receiving slit-plate 81B, lens system 82B, reflecting mirror 83B, objective lens 84B, and prism 85B constitute the light-receiving system of an oblique incidence light type focal detection unit. The continuous line of the optical path which goes to light-receiving slit-plate 81B from the wafer W shown in drawing 8 expresses the chief ray of the small slit usually reflected by the target with Wafer W. The dotted line in an optical path expresses the typical image formation beam of light RSf which goes to light-receiving slit-plate 81B from detection point FB2a (or FB2b).

[0121] The projection system and light-receiving system which were shown in drawing 8 are attached in the metal member formed in one. The location of a component receives mutually and is maintained by it at accuracy. The metal member is being fixed so that it may not move to the lens barrel (lens-barrel) of 1 / 4 cutback projection lens system PL. Another focal detection unit which consisted of same approaches is arranged in the opposite hand of 1 / 4 cutback projection lens system PL, is the ten detection points FEna and FEnb (2 n= 1, 3) shown in drawing 7 , FD1a, FD2a, FD1b, and FD2b, and can detect a focal location now separately.

[0122] It is related with detection point FC1a of said couple and FC1b which were shown in drawing 7 , and detection point FC2a of said couple and FC2b. You may make it prepare the focal detection unit of the oblique incidence light type which has each of the projection system arranged in the direction (direction which intersects perpendicularly to the space of drawing 8) of Y of drawing 7 , and a light-receiving system in the both sides in the direction of X of 1 / 4 cutback projection lens system PL. As the focal detection point was shown in drawing 5 , when it has been arranged, the focal detection unit of the oblique incidence light type shown in drawing 8 can be applied similarly.

[0123] Next, the scanning aligner to which automatic-focusing doubling / tilt control system of the invention in this application are applied is explained according to the 3rd example of the invention in this application with reference to drawing 9 . This example is applicable to the scanning aligner for substrates which has the big substrate of 300mm, for example, a diameter, or a diameter beyond it. Said scanning aligner is equipped with 1X projection optical system (namely, 1 time). The projection optical system of said 1X is formed in the combination (it stood in a line perpendicularly) of the tandem form of a 1st-step Dyson (Dyson) type projection (KADADIOPUTO rucksack (reflective refraction)) image formation system and a 2nd-step Dyson (Dyson) type projection image formation system. The 1st-step DAISON type (KADADIOPUTO rucksack) projection image formation system is equipped with the prism mirrors PM1 and PM2 of a couple, lens system PL1, and a concave mirror MR1. The 2nd-step DAISON type projection image formation system is equipped with the prism mirrors PM3 and PM4 of a couple, lens system PL2, and a concave mirror MR2. Such an aligner is indicated by United States patent (given to Swanson etc.) No. 5,298,939.

[0124] In the aligner shown in drawing 9 , the mask M prepared as an original copy plate and the plate P prepared as a photosensitive substrate are supported by carriage 100 in one. The pattern prepared in Mask M is imprinted by Plate P as an erect image of 1X (single scale factor) by moving the illumination light IL so that it may see by drawing 9 to the projection visual field of the projection optical system of 1X (single scale factor), and carriage 100 may be moved to the left or the right and Mask M and Plate P may be scanned (scan).

[0125] In the case of the projection optical system for this type of aligners, it is desirable by making spacing of the plane of incidence of the prism mirror PM 1, and the front face of Mask M, and spacing of the

outgoing radiation side of the prism mirror PM 4, and the top face of Plate P into the minimum to decrease aggravation of the image formation engine performance (various aberration and image distortion (image distortion)). If it puts in another way, and these spacing can fully be decreased, the design of the lens systems PL1 and PL2 arranged on optical axis AX [AX1 and] 2 will become easy. Therefore, in order to attain the desired image formation engine performance, it is required to decrease the prism mirror PM 1, spacing between Masks M, and the prism mirror PM 4 and spacing between Plates P.

[0126] In consideration of this condition, carry out focusing of the pattern image projected by this projection, and in order to carry out tilt accommodation of a pattern image The exposure location off-axis type focal detection system GDC and the read-ahead focal detection systems GDL and GDR like the 1st example (drawing 3) or the 2nd example (drawing 7 , drawing 8) As shown in drawing 9 , it is prepared in the perimeter of the prism mirror PM 4. By this By moving Plate P in a Z direction and the direction of a tilt slightly, the front face of Plate P and the optimal focal plane BFP can be made in agreement with accuracy in the exposure location just under the prism mirror PM 4.

[0127] Furthermore, as shown in drawing 9 , read-ahead focal detection system GDL' and GDR', and exposure location off-axis type focal detection system GDC' can be arranged around the prism mirror PM 1 by Mask M side so that Mask M may be faced. by these focal detection systems, the focal error and tilt error of a field of Mask M which are illuminated by the illumination light IL to the prism mirror PM 1 can be detected, and it can set to this, simultaneously a Z direction -- small -- shifting (focal gap of the image surface) -- a tilt gap (inclination of the image surface) of the optimal focal plane (namely, conjugation side of Reticule R) formed in the part which separated only predetermined working distance from the prism mirror PM 4 can be measured.

[0128] Therefore, in the aligner shown in drawing 9 , it can adjust so that the image surface where image formation of the pattern of Mask M is projected and carried out by the projection optical system in the optimal condition, and the front face of Plate P may receive high degree of accuracy mutually and may be in agreement with it during scanning exposure.

[0129] The aligner shown in drawing 9 can be constituted so that Mask M and Plate P may be set up perpendicularly. Drawing 10 is the perspective view of the typical structure of a scanning aligner. This scanning aligner was prepared perpendicularly, namely, is equipped with the carriage of every length. The carriage of every length holds Mask M and Plate P perpendicularly (namely, longitudinally), and moves Mask M and Plate P in one to a projection optical system, and it enables it to scan it (namely, scan). The scanning aligner which has the mask M perpendicularly held in this mode and Plate P is indicated by JP,8-162401,A.

[0130] Reference of drawing 10 constitutes the whole scanning aligner of a type on fixed base 120A every length. Fixed base 120A is arranged at the floor equipped with the vibration isolation which intervened between the four corner sections of fixed base 120A, and floors. The side frame sections 121A and 121B are formed in the both-sides section of fixed base 120A so that it may set up perpendicularly (the direction of X). Mask M is formed inside side frame section 121A. On the other hand, Plate P is formed inside side frame section 121B. Therefore, opening is formed in side frame section 121A. The edge of a lighting unit 122 is inserted in this opening of side frame section 121A like a graphic display. The lighting unit 122 is equipped with the optical system which illuminates Mask M by the illumination light for exposure, and performs alignment of a mask and a plate.

[0131] The guide base section 123 is formed in fixed base 120A so that it may elongate in the scanning direction (the direction of Y) among the side frame sections 121A and 121B. Two straight guide rails 123A and 123B are formed in the guide base section 123 so that it may elongate in the parallel direction of Y mutually. Every length, in the direction of Y, carriage 125 is supported by the fluid bearing or the magnetic floating type bearing on guide-rail 123A and 123B so that both-way migration can be carried out. Carriage 125 is driven in the direction of Y at a non-contact ceremony every length with the two linear motors 124A and 124B arranged at parallel. Linear motors 124A and 124B are equipped with the stator fixed to the guide base section 123.

[0132] Carriage 125 is equipped with mask side carriage section 125A and plate side carriage section 125B every length. Mask side carriage section 125A is perpendicularly formed by the inside of side frame section 121A, in order to hold Mask M. Plate side carriage section 125B is perpendicularly formed by the inside of side frame section 121B, in order to hold Plate P. Mask table 126A is prepared in mask side carriage section 125A. Holding Mask M, mask table 126A can move Mask M in the direction of X, or the direction of Y slightly at XY flat surface, or can move Mask M in the revolution (theta) direction slightly. Furthermore, mask table 126A can move Mask M to a Z direction slightly, holding Mask M. On the other hand, plate

stage 126B is prepared in plate side carriage section 125B. Holding Plate P, plate stage 126B can move Plate P in the direction of X, or the direction of Y slightly at XY flat surface, or can move Plate P in the revolution (theta) direction slightly. Furthermore, mask table 126A can move Plate P to a Z direction slightly, holding Plate P.

[0133] The projection optical system PL which is indicated by JP,8-162401,A mentioned above is used in this example. The projection optical system PL is constituted by arranging the "1X (1 time)" erect-image type (for example, 7 sets) double DAISON (Dyson) system of two or more sets in the direction which intersects perpendicularly in the direction of X. Within casing, two or more sets of double DAISON (Dyson) systems are together put in one, and are held. Casing is seen at XZ flat surface and serves as about T typefaces. Thus, the constituted projection optical system PL is attached by hanging from the upside edge of the side frame sections 121A and 121B which countered. The predetermined working distance of Mask M and Plate P is maintained by it.

[0134] In all casing of a projection optical system PL, it is prepared in Mask M side so that focal detection system GDC', GDL', and GDR' by the side of Mask M may face Mask M, and it is prepared in Plate P side so that the focal detection systems GDC, GDL, and GDR by the side of Plate P may face Plate P, as shown in drawing 9. The read-ahead focal detection system GDL, GDL', and the detection point demarcated by GDR and GDR' can be set up so that it may be in agreement with the projection visual field of two or more sets of double DAISON (Dyson) systems, or it can be arranged at the predetermined spacing [be / no relation] to arrangement of a projection visual field.

[0135] drawing 11 -- drawing 10 -- being shown -- having had -- a projection optical system -- PL -- casing -- preparing -- having had -- a mask -- M -- a side -- a focus -- detection -- a system -- GDC -- ' -- GDL -- ' -- and -- GDR -- ' -- a detector -- a layout -- an example -- a perspective view -- it is . the effective projection visual fields DF1, DF2, DF3, DF4, and DF5 of two or more sets of double DAISON (Dyson) systems -- it is set up in the direction of X in which intersects perpendicularly in the scanning direction as a field of long and slender trapezoidal shape. The projection visual field DF_n (n= 1, 2, 3 ...) of trapezoidal shape is arranged so that the projection visual field of the trapezoidal shape of a pair of double DAISON (Dyson) system which each adjoins may see in the direction of X and only a dip side may lap mutually.

[0136] Although only the projection visual field DF_n prepared in Mask M side is illustrated by drawing 11, the projection visual field by the side of Plate P is arranged similarly. For example, the projection visual field DF 2 shown in drawing 11 is demarcated by the double DAISON (Dyson) system containing two concave mirror MR2a and MR2bs as shown in drawing 9. The projection visual field DF 4 is demarcated by the double DAISON (Dyson) system containing two concave mirror MR4a and MR4b.

[0137] it was shown in drawing 11 -- as -- the read-ahead focal detection system GDL -- 'detector GDA1' of **, GDB1' -- GDB2 -- with '...', GDA2' (GDA2' not being shown in drawing 11) the read-ahead focal detection system GDR -- 'detector GDD1' of **, GDE1' -- GDE2 -- '...', GDD2' (GDD2' is not shown in drawing 11) are arranged at the both sides (they are a before side and the backside to the scanning direction) of two or more projection visual fields DF_n. Moreover, exposure location focus detector GDC1' and GDC2' (drawing 11 is not [detector GDC2'] shown) are arranged to the ends of the array (array) of two or more whole projection visual fields DF_n which can be set in the direction of X which intersects perpendicularly to the scanning direction.

[0138] Each of the focus detector mentioned above serves as the static electricity gap sensor air micrometer type [for example,]. Each of the focus detector mentioned above can also be instead used as an oblique incidence light type focus detector. Although only the focus detector which detects with Mask M is illustrated by drawing 11, two or more detectors are similarly arranged at the focal detection systems GDC, GDL, and GDR so that Plate P can be detected.

[0139] The controllers KD1 and KD2 for adjusting the various optical properties of two or more sets of double DAISON (Dyson) systems are formed in the side section of casing of the projection optical system PL shown in drawing 11. Therefore, supposing the location of the optimal focal plane by the side of Mask M or Plate P changes with optical property accommodation in the Z direction of drawing 11, the device, i.e., the device in which the mechanical (it is optical) focal offset detected as optimal focal plane by each focus detector is set up, in which a Z direction location is adjusted will be established.

[0140] This device can be made into the device in which the location of the focus detector in a Z direction is adjusted mechanically so that the die length of an optical path may be changed optically. Or this device can make the location evaluated as optimal focal location the device optically adjusted to a Z direction with a focus detector so that the die length of an optical path may be changed optically. Instead, a mask or a plate is automatically adjusted so that focusing can be performed to a Z direction according to the detecting signal.

showing a focal error. And offset is added to the moved location in a Z direction.

[0141] Next, the 4th example in connection with the invention in this application is explained with reference to drawing 12. This example is applicable to the equipment which performs projection exposure, dipping the projection edge of projection lens system PL in a liquid, as mentioned above. Drawing 12 is the sectional view of the part from the edge of projection lens system PL to the wafer electrode holder WH among said equipment.

[0142] The positive lens component LE 1 equipped with the flat underside Pe and the convex top face is being fixed to the edge of projection lens system PL inside a lens barrel (lens-barrel). It finish-machines the underside Pe of this positive lens component LE 1 so that it may become an end face at the very end of a lens barrel, and the same flat surface. Consequently, turbulence of the flow of Liquid LQ is the minimum. The detector which consists of the same read-ahead focal detection systems GDL and GDR and same exposure location focal detection system GDC as what was shown in drawing 1 is attached in the lens barrel edge of projection lens system PL dipped in Liquid LQ. Consequently, the edge of those very ends is dipped in Liquid LQ.

[0143] Two or more attraction sides 113 which draw the rear face of Wafer W by vacuum attraction are formed in the central inner bottom of the wafer electrode holder WH. If it explains more concretely, the attraction side 113 is equipped with two or more band-like circular lands. As for the band-like circular land, height is about 1mm. Moreover, a band-like circular land has a predetermined pitch in the diameter direction of Wafer W, and each other is concentrically formed in it. Each of the slot formed in a part for the center section of a circular land is open for free passage in the tubing 112 of the wafer electrode holder WH. Tubing 112 is connected to the source of a vacuum which performs vacuum attraction.

[0144] In this example, spacing between the underside Pe of the positive lens component LE 1 in the edge of projection lens system PL and the top face (or top face of the auxiliary plate section HRS) of the wafer W in punctate [optimal] (substantial working distance), i.e., the thickness of the liquid LQ with which a projection optical path is formed, is set as less than [5mm or it]. Therefore, the depth Hq of the liquid LQ filled by the wafer electrode holder WH does not have twice than this thickness (5mm or less than [it]), and can be enlarged several times. And the height of the wall LB formed at right angles to the perimeter edge of the wafer electrode holder WH is about 10mm thru/or 25mm. Therefore, in this example, the complete product of the liquid LQ which the thickness of the liquid LQ in the image formation optical path corresponding to the working distance of projection lens system PL decreased, consequently was filled by the wafer electrode holder WH becomes smaller, and the temperature control of a liquid [LQ] is easier for it.

[0145] In the field of Liquid LQ in which a projection optical path is formed, when exposure light passes through the field, lighting energy is absorbed. consequently, radiant heat fluctuation is alike and easy to take place. If the depth Hq of Liquid LQ is small, the temperature rise by such radiant heat fluctuation will arise easily, and the adverse effect that the stability of temperature control decreases will arise. In such a case, in order to set and to vanish the effect of the radiant-heat fluctuation in a large quantity liquid layer, good effectiveness can be acquired by setting the value of the depth Hq of Liquid LQ to working distance several times the value of being substantial.

[0146] In order to form the focal detection systems GDL, GDR, and GDC in the projection system of an immersion type as showed in drawing 12 as a detection system optical type, it has prevent that the projection beam (flux of light) which carries out incidence aslant, and the beam reflected from this front face intersect the front face of Wafer W, and the front face of the auxiliary plate section HRS in the interface between Liquid LQ and air. Therefore, an example of the focus / tilt detection system suitable for a projection type [such immersion-type] aligner is explained with reference to drawing 13.

[0147] Drawing 13 shows the configuration of the focal detection system GDL arranged near projection lens system PL. Other focal detection systems GDR and GDC are constituted the same with the focal detection system GDL being constituted. In drawing 13, the same component as the component shown in drawing 12 is shown by the same reference mark and the reference figure.

[0148] Reference of drawing 13 is fixing the prism mirror 200 formed by the glass block near the periphery of projection lens system PL. The prism mirror 200 is equipped with the lower part section, and the lower part section is dipped in Liquid LQ. The prism mirror 200 is equipped with Reflectors 200a and 200b. A part of reflectors 200a and 200b are dipped in Liquid LQ. The prism mirror 200 is equipped with the flat sides 200c and 200d again. The beam projected and the beam reflected pass along the flat sides 200c and 200d, and progresses into Liquid LQ from the glass of the prism mirror 200, or progresses into glass from Liquid LQ. The prism mirror 200 is equipped with the flat top face again.

[0149] The multi-slit plate 205 lets a condenser lens or the cylindrical shape lens 203 pass, and is illuminated by the light (it has the wavelength which does not have actinism to the resist on Wafer W) LK from the light source 202 like light emitting diode (LED) or a laser diode (LD). Of this, the projection beam a focus / for tilt detection is formed. Two or more transparency slits corresponding to the detection points (field) FAn and FBn of the focal detection system GDL are formed in the multi-slit plate 205. It is reflected by the beam splitter 207 and the light from each transparency slit is converged as an image formation beam which carries out incidence to an objective lens 209, and forms a slit image in the top face of Wafer W.

[0150] The image formation beam which came out of the objective lens 209 goes into the prism mirror 200 through the upper bed side of the prism mirror 200, it reflects like usual by reflector 200a, and it goes into Liquid LQ through flat side 200c, carries out incidence to the front face of Wafer W from across, and is illuminating Wafer W by this. the beam used as Wafer W 4s ****s goes into the prism mirror 200 through 200d of flat sides of an opposite hand, by reflector 200b, it is reflected like usual, and through the upper bed side of the prism mirror 200, comes out of the prism mirror 200, and progresses. This reflected light beam passes an objective lens 211, and is reflected by the reflective mirror 213 arranged in the pupil location of an objective lens 211.

[0151] The beam reflected by the reflective mirror 213 goes to an opposite direction through an objective lens 211, progresses through reflector 200b of the prism mirror 200, and 200d of flat sides, and illuminates Wafer W again. With Wafer W, the light beam reflected again progresses through flat side 200c and reflector 200a of the prism mirror 200, passes a beam splitter 207, and it carries out incidence to a photodetector 215. The photodetector 215 serves as two or more components which receive the light corresponding to the multi-slit plate 205. A photodetector 215 outputs independently the detecting signal about the detection points FAn and FBn, respectively.

[0152] Therefore, the focus / tilt detection system shown in drawing 13 are arranged as a double path system in which the projection beam reflected by Wafer W is re-reflected by Wafer W. Therefore, its focus / tilt detection system can be equipped with higher sensibility about error detection of the surface location of the wafer W in a Z direction as compared with a single optical-path system.

[0153] In this example, the glass block (prism mirror 200) is prepared in the very end of a focus / tilt detection system, and that glass block is positioned so that that part may be dipped in Liquid LQ. Consequently, a projection beam and a reflective beam do not pass what kind of interface between Liquid LQ and air. Therefore, thereby, the optical path of the stable beam is established. Furthermore, the effective length of the optical path of the liquid LQ which a projection beam or a reflective beam passes can avoid lowering of precision by the temperature change of Liquid LQ, when decreasing by the prism mirror 200 and measuring Z location by it.

[0154] The example of modification of the structure of the wafer electrode holder WH shown in drawing 1 and drawing 5 is explained with reference to drawing 14 and drawing 15. Drawing 14 is the sectional view of the wafer electrode holder WH attached in the projection aligner which exposes an immersion type. In this example, Z-actuation unit 220 in which jogging accommodation like a piezoelectric device is possible is formed. Z-actuation unit 220 can move slightly the auxiliary plate section HRS surrounding the attraction side 113 which supports Wafer W. Z-actuation unit 220 in which jogging accommodation is possible moves [Stoke / with a divisor of 10 micrometers] the auxiliary plate section HRS to a Z direction.

[0155] If the difference between the height of the front face of Wafer W prepared on the attraction side 113 of the wafer electrode holder WH and the height in the Z direction of the front face of the auxiliary plate section HRS is larger than tolerance, it can use this Z-actuation unit 220, can amend the height of the front face of the auxiliary plate section HRS, and can decrease said difference to a value smaller than said tolerance.

[0156] As mentioned above with reference to drawing 5, the front face of the auxiliary plate section HRS is functioning as an alternative detection front face for the focal detection points FD [FA1 (or FA2), FC1 (or FC2), and] 1 (or FD2) established in the outside of Wafer W, when the shot field SA 1 of the periphery of Wafer W is exposed. However, when the shot field SA 2 (refer to drawing 5) inside Wafer W is exposed, these focal detection points are positioned on Wafer W. Therefore, as for the focus detectors GDA1, GDA2, GDC1, GDC2, GDD1, and GDD2 which have the detection point which is not monopolistically positioned on [one] the front face of the auxiliary plate section HRS, and the front face of Wafer W, Z location must be measured by accuracy on [each] these front faces. That is, the location in the Z direction of the front face of the auxiliary plate section HRS and the front face of Wafer W needs to be located in the linearity focal measuring range of each focus detectors GDAn, GDCn, and GDDn.

[0157] For example, if **10 micrometers of linearity focal measuring range of a focus detector become, Z

location gap of the front face of the auxiliary plate section HRS and the front face of Wafer W will be restricted within the limits of several micrometers. However, the thickness of a wafer changes by the tolerance determined according to a standard [for SEMI (Semiconductor Equipment and Materials Institute)] one. It is difficult to restrict the thickness of all usable wafers within the limits of several micrometers.

[0158] Therefore, when it is drawn in the wafer electrode holder WH with which Wafer W was shown in drawing 14 before being exposed, the difference between Z location (a part for for example, the center section of a circumference shot field) of a part with a suitable wafer W front face and Z location of the front face of the auxiliary plate section HRS is measured by using one of the focal detection systems (GDL, GRD, GDC), and exposure is performed after that. If the difference has crossed tolerance (for example, several micrometers), the height of the auxiliary plate section HRS will be adjusted by controlling Z-actuation unit 220 which was shown in drawing 14 and in which jogging accommodation is possible so that the difference may be settled in tolerance. Since the wafer electrode holder WH shown in drawing 14 is filled with Liquid LQ, water proofing of the Z-actuation unit 220 in which jogging accommodation is possible is carried out, and the enter lump by the unit concerned of a liquid is prevented by this.

[0159] Next, the configuration shown in drawing 15 is explained. Drawing 15 is the sectional view of the example of modification of the structure equipped with the wafer electrode holder WH and the ZL stage 30 suitable for exposing a wafer in atmospheric air. The component corresponding to the component shown in drawing 14 is shown by the same reference mark and the reference figure. Reference of drawing 15 constitutes the wafer electrode holder WH as a chuck. Only the attraction side 113 for supporting Wafer W is formed in the wafer electrode holder WH. The wafer electrode holder WH is being fixed to the ZL stage 30.

[0160] The auxiliary plate section HRS is attached in the ZL stage 30 with Z-actuation unit 220 in which jogging accommodation is possible. Z-actuation unit 220 intervenes between the auxiliary plate section HRS and the ZL stage 30. Each operation point PV of three Z-actuators 32A, 32C, and 32B (not shown [32B] to drawing 15) which drive the ZL stage 30 in a Z direction and the tilt motion direction is set as the point of the periphery of the wafer clamp face (attraction side 113) of the wafer electrode holder WH, and the ZL stage 30 which is in the same height substantially.

[0161] Moreover, the height of the auxiliary plate section HRS is the same approach as having been shown in drawing 14 , and is adjusted by the height of the top face of Wafer W by using Z-actuation unit 220 in which jogging accommodation is possible as shown in drawing 15 . The height of the operation point PV is set as the same height as a wafer front face. The structure of the ZL stage 30 and the structure of the Z-actuators 32A, 32C, and 32B which were shown in drawing 15 are applicable also to the aligner shown in drawing 1 . Moreover, focusing suitable for the projection exposure approach of an immersion-type projection aligner or an immersion type and a tilt motion stage can be formed by attaching the wafer electrode holder WH of drawing 14 in the ZL stage 30 of drawing 15 .

[0162] The invention in this application explained application to an aligner. However, the example mentioned above can be changed by various approaches, without leaving the range of the invention in this application. For example, in the case of the aligner which performs projection exposure in atmospheric air, the focal detection systems GDL, GDR, and GDC can be equipped with an electrostatic-capacity type gap sensor or an air micrometer type gap sensor. Moreover, the invention in this application is applicable to the projection aligner of every type the step-and-repeat type which uses the pulsed light (248nm) emitted as for example, an exposure light from g line (463nm) or i line (365nm) emitted from a mercury discharge lamp, or a KrF excimer laser, a step, a scanning type, and "1X (1 time)" scanning type.

[0163] While the working distance of the projection optical system attached in the projection aligner is set as the very small value according to the invention in this application, exact focusing in an exposure location and tilt control are realizable, the amendment of various aberration and the amendment of distortion in the optical design of a projection optical system become easy by it, and size of the transparent optical element positioned near the image surface can be especially made small.

[0164] Each of focusing / tilt control system in connection with the example which the invention in this application mentioned above is applicable to a projection aligner fixed type. However, the invention in this application can be applied also to the focus / tilt detection system for beam processing (manufacture) equipment, drawing equipment, test equipment, etc., and is not limited to semi-conductor manufacture again. Optical or an electro-optics objective lens system is prepared in these beam processing equipments, drawing equipment, and test equipment. The invention in this application is applicable to optical or said electro-optics objective lens system as a focal detection system for detecting the focus on a substrate, the

specimen, or a workpiece.

[0165] Drawing 16 shows the configuration of the focal detection system applied to the objective lens optical system of the equipment which draws a pattern on the equipment into which a workpiece is processed with a laser beam or an electron beam, or a workpiece. Drawing 17 shows the flat layout of the detection point of a focal detection system shown in drawing 16.

[0166] If drawing 16 is referred to, by the scanning mirror 300, the beam LBW for processing or drawing will be deflected in single dimension or two-dimensional, and will pass along a lens system 301, the fixed mirror 302, and a lens system 303, and will carry out incidence to a beam splitter 304. It is reflected by the beam splitter 304 and incidence of the beam LBW is carried out to the objective lens system 305 of high resolution which has slight working distance. Beam LBW is condensed by the objective lens system 305 by the small spot which has a predetermined configuration (for example, variable-length rectangle configuration) on Workpiece WP.

[0167] Workpiece WP is being drawn and fixed to the same wafer electrode holder WH as a thing as shown in drawing 14 or drawing 15. The auxiliary plate section HRS is attached in the wafer electrode holder WH in one around Workpiece WP. It is fixed to the XYZ-stage which is not illustrated and this XYZ-stage of the wafer electrode holder WH is movable two-dimensional to the direction which sees by the horizontal direction or drawing 16 and intersects perpendicularly to space. The wafer electrode holder WH moves perpendicularly (the direction of Z-) slightly again, and has come to be able to do focusing.

[0168] The optical fiber 310 for emitting the illumination light for observation, alignment, or collimation doubling, the beam splitter 311 and lens system 312 which show the above-mentioned beam splitter 304 to the illumination light, and the light-receiving equipments (for example, a photo multiplier, the camera tube, CCD, etc.) 314 are formed in the equipment shown in drawing 16. Light-receiving equipment 314 can detect now in photoelectricity the reflected light, light scattered about and diffracted obtained through the objective lens system 305 from Workpiece WP.

[0169] The read-ahead focal detection systems GDL and GDR and the processing location focal detection system GDC are formed in the perimeter of the objective lens system 305. Drawing 17 shows the flat layout of the detection point of the focal detection system arranged around visual field 305A of the objective lens system 305, and visual field 305A. For convenience, the core of visual field 305A is set as the zero of XY system of coordinates. The rectangle region of visual field 305A shows the range which the spot of this beam LBW scans (namely, scan) according to the deflection of the beam LBW caused by the scanning mirror 300.

[0170] A focus detector GDA1, GDBn, and GDA2 are set up so that it may be arranged on the left-hand side side of visual field 305A of an objective lens system, consequently the detection points FA1, FB1, FB2, FB3, and FA2 may serve as a train parallel to a Y-axis. Moreover, a focus detector GDD1, GDEn, and GDD2 are set up so that it may be arranged on the right-hand side side of visual field 305A, consequently the detection points FD1, FE1, FE2, FE3, and FD2 may serve as a train parallel to a Y-axis.

[0171] On the other hand, the focus detector GDC 1 is formed above visual field 305A. And the focus detector GDC 1 is set up so that three detection point FD1a, FD1b, and FD1c may be arranged on a line parallel to the X-axis through the two detection points FA1 and FD1. On the other hand, the focus detector GDC 2 is caudad formed for visual field 305A. And the focus detector GDC 2 is set up so that three detection point FD2a and FD2bs, and FD2c may be arranged on a line parallel to the X-axis through the two detection points FA2 and FD2. In this example, while Workpiece WP moves in the direction of X, the focus detector GDA1 of a lot, GDBn and GDA2, and the focus detector GDD1 of a lot, GDEn and GDD2 are chosen as a focal read-ahead capability. On the other hand, while Workpiece WP moves in the direction of Y, a focal read-ahead capability is attained by choosing the focus detectors GDA1, GDC1, and GDD1 of a lot, and the focus detectors GDA2, GDC2, and GDD2 of a lot. By changing a focus detector GDBn, GDC1 and GDC2, and the detection point of GDEn, this example is constituted so that the focus of a processing location can be detected. For example, when Workpiece WP is missing from a right-hand side side from the left-hand side side of drawing 16 and moves along with the X-axis, Predicting using the detection points FA1, FB1, FB2, FB3, and FA2 Among three pairs of detection points which consist of detection point FD1a and FD2a, detection point FD1b and FD2bs, and detection point FD1c and FD2c, the detection point of a couple can be chosen in order to detect the focus of a processing location.

[0172] It has the intention of this configuration so that the following effectiveness can be attained. That is, the spot location of the object for processing or the light beam LBW for drawing changes by scanning range 305B. Therefore, when the spot of a light beam LBW is positioned for example, at the leftmost edge of scanning range 305B as shown in drawing 17, two detection point FD1a and FD2a can be chosen, and focal

detection of a processing location can be performed. When the spot of a light beam LBW is positioned at the rightmost edge of scanning range 305B, two detection point FD1c and FD2c can be chosen, and focal detection of a processing location can be performed.

[0173] In this approach, the repeatability and precision of focus control or tilt control are improved. The electrode holder WH shown in drawing 16 moves in the direction of focusing (Z), and the tilt motion direction slightly on an X-Y stage. What was shown in drawing 4 can be used without making a substantial change as the drive system and control system for performing this migration.

[0174] As mentioned above, the focal detection system shown in drawing 16 and drawing 17 is constituted so that focal read-ahead detection can be performed in each of the 2-dimensional motion direction of Workpiece WP, and so that the focal detection point about a processing location can choose according to the location of the beam spot in visual field 305A. Consequently, even the periphery of Workpiece WP is processed into a precision after focusing has been made by accuracy (image formation), or pattern image formation is performed on Workpiece WP in such the condition.

[0175] The outline of the test equipment which can apply the focus / tilt detection system of the invention in this application is explained with reference to drawing 18. Drawing 18 shows the example of the equipment which inspects optically the defect of the circuit pattern of the semiconductor device and liquid crystal display unit which were formed in the defect of the pattern copied by the mask and reticle for photolithography, or the substrate.

[0176] By expanding an inspected pattern through objective lens optical system recently Moreover, by forming the amplification image of the expanded inspected pattern with a CCD camera etc. Furthermore, by analyzing the picture signal acquired from such an image, the quality of the inspected pattern formed in the specimen (substrate) is inspected, or the technique of inspecting foreign matters, such as a heterogeneous particle, and existence of breakage and nonexistence is positively introduced into this kind of test equipment.

[0177] In such a case, it is important to improve precision so that the image of an inspected pattern may be expanded to accuracy. Therefore, the objective lens system in which resolution can form an image by the minimum aberration and distortion with visual field size it is high and large moreover is required. Such an objective lens system is usually designed as a SURUZA lens (TTL) type so that working distance may be small and focal detection may naturally be performed through an objective lens system. However, a TTL optical focal detection system will be accompanied by the problem which restricts detection sensitivity (variation of the detecting signal to the error at the time of carrying out focusing of the specimen). It is because the numerical aperture (NA) of an objective lens system is restricted.

[0178] If the TTL focal detection system is formed so that the light which has the wavelength of the checking illumination light and different wavelength may be used, when it will perform the optical design of an objective lens system, aberration must be amended in consideration of the wavelength band of the checking illumination light, and the wavelength band of the focal detection illumination light. In such a case, a lens cannot necessarily be designed the optimal to the checking illumination light.

[0179] Then, two or more sets of focal detection systems GDC, GDL, and GDR can be formed in the perimeter of an objective lens 330, and, thereby, can inspect now by the same approach as the focal detection system shown in drawing 16 and drawing 17 as shown in drawing 18. The specimen WP which should be inspected serves as a mask with which for example, the pattern Pa was formed in the underside. Specimen WP is supported by the stage 331 of the shape of a frame movable in the direction of two dimension at the circumference edge. The stage 331 is equipped with opening. An objective lens 330 is in the condition which turned to the upside, and is attached in the base member 332 to which it shows migration of a stage 331. The amplification image of the local field of Pattern Pa passes along a beam splitter 334 and a lens system 335, and they carry out image formation to the image surface of image pick-up equipment 336.

[0180] In the opposite hand of Specimen WP, the condenser lens 338 of an illumination-light study system is arranged at Shaft AX and the same axle of an objective lens 330. The illumination light from an optical fiber 340 progresses through a condenser lens 341, the lighting field diaphragm 342, and a lens system 343, and carries out incidence to a condenser lens 338. The field corresponding to the visual field of an objective lens 330 is illuminated with a uniform illuminance among Specimen WP by it.

[0181] In the configuration mentioned above, the focal detection systems GDC, GDL, and GDR are attached in the base member 332 together with the objective lens 330 so that Pattern Pa may be faced with the up side. Two or more focus detectors (two or more detection points) are formed in the focal detection systems GDL and GDR which can be predicted. The focus detector of a couple is formed in the focal detection

system GDC detectable [with the inspection point] on the other hand at least.

[0182] Moreover, in the focal detection system shown in drawing 18 , the specimen WP on a stage 331 is made to carry out a tilt by using a control circuit as enabled it to move perpendicularly in accordance with an optical axis AX or shown in drawing 4 based on the focal positional information detected by the focus detector. However, in the test equipment shown in drawing 18, if only the effectiveness that the quality of the amplification image of the pattern Pa by which image formation was carried out with image pick-up equipment 336 becomes high is acquired, it is enough. Therefore, the focusing devices 352A or 352B for moving slightly an objective lens 330 or a lens system 335 in accordance with an optical axis AX can be formed instead of a means to move Specimen WP perpendicularly.

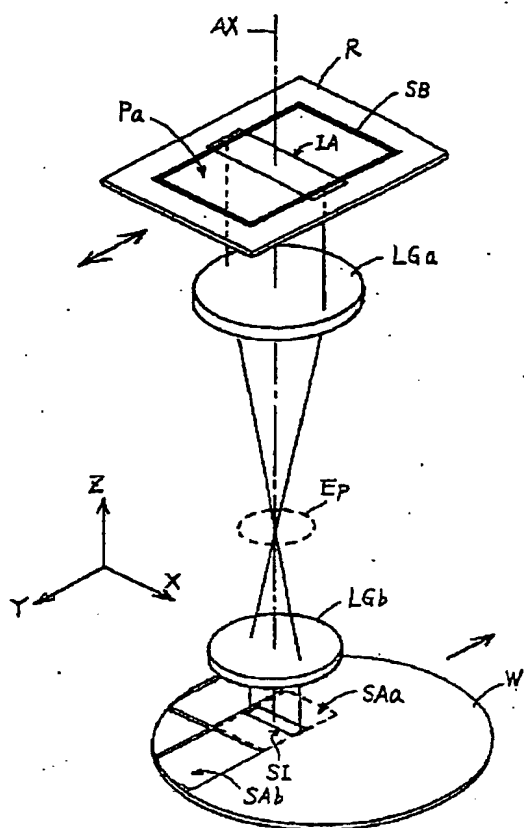
[0183] The test equipment which positions the mask pattern Pa prepared as specimen WP so that it may be suitable caudad is explained with reference to the example of drawing 18. Needless to say, this example is directly applicable also to the test equipment which turned Pattern Pa upwards and turned the objective lens downward. The image with which Pattern Pa was transmitted is inspected in the equipment shown in drawing 18 by the transmitted illumination system prepared in the same axle.

[0184] However, said transmitted illumination system can be changed so that the reflected illumination light of the same axle may be introduced in the direction of the arrow head 350 of drawing 18 through a beam splitter 334. In such a case, the amplification image received by image pick-up equipment 336 is formed by carrying out image formation of the reflected light from Pattern Pa.

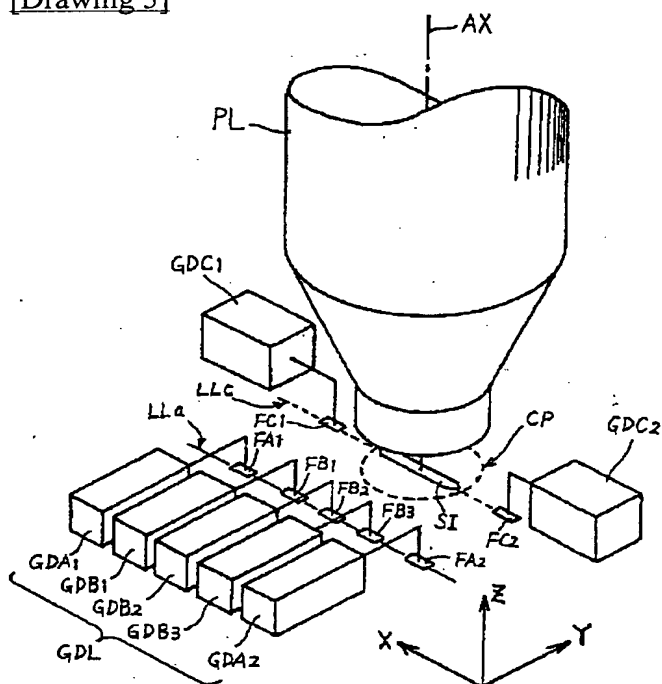
[0185] Furthermore, other approaches can also be used. In the approach, the spatial filter equipped with the transparency section which has a desired configuration is prepared in the location of the Fourier transform flat surface formed in the optical path or its image formation optical system of an illumination-light study system dismountable. It has come to be able to carry out the image formation of the light field image or dark field image of Pattern Pa to image pick-up equipment 336 selectively thereby.

[0186] This disclosure is illustrated and the invention in this application is not limited to this disclosure. Furthermore, another example of modification for this contractor is clear from a viewpoint of this disclosure, and this example of modification is included in the range of the attached claim.

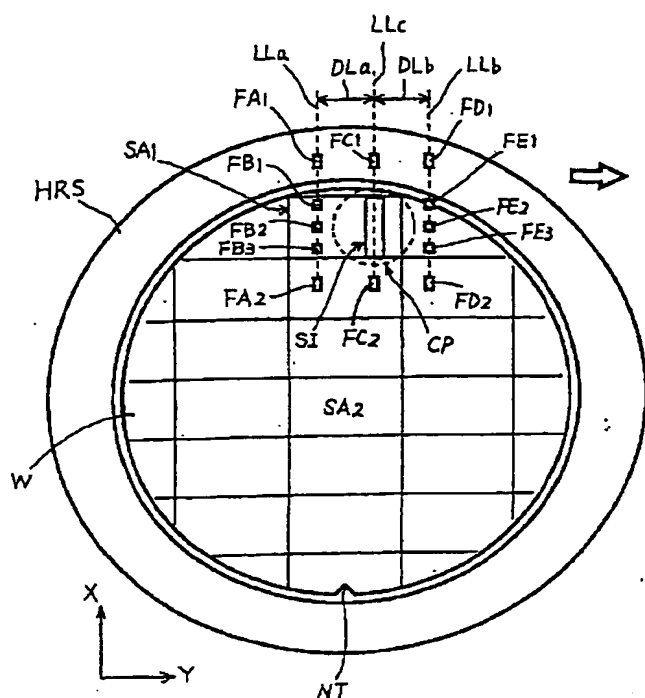
[Translation done.]



[Drawing 3]



[Drawing 5]



[Drawing 6]

Fig. 6A

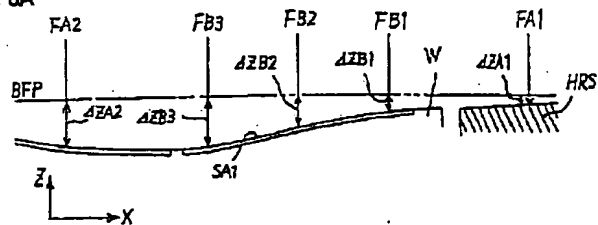


Fig. 6B

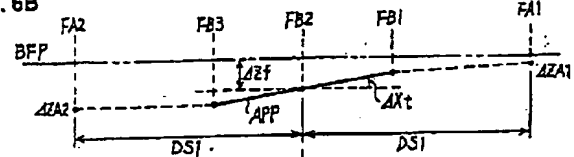


Fig. 6C

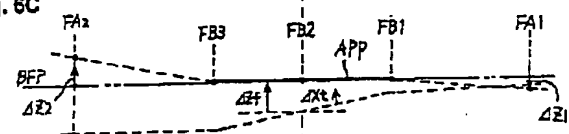
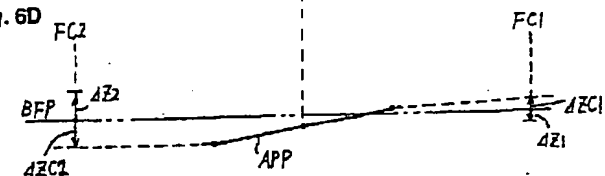
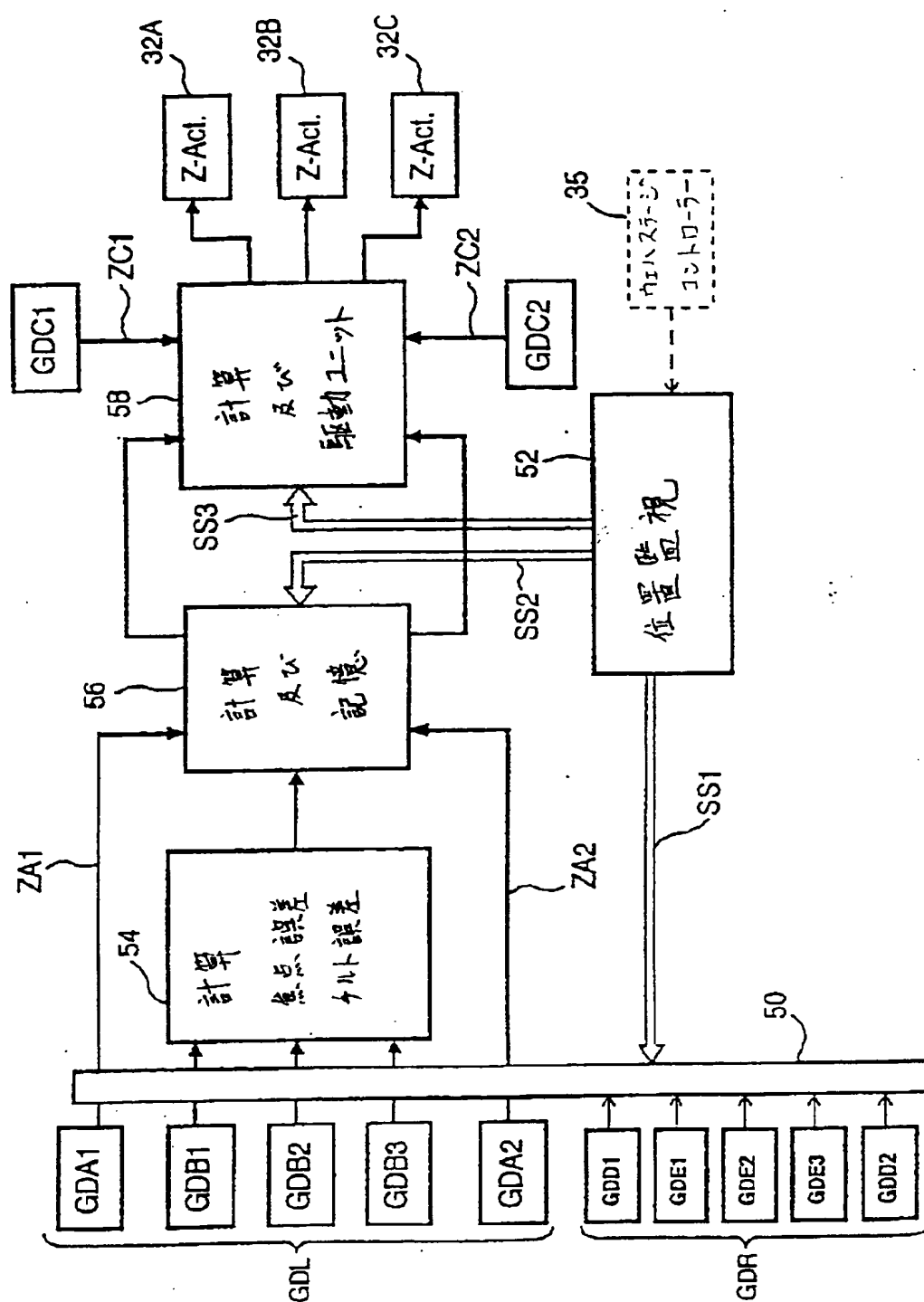


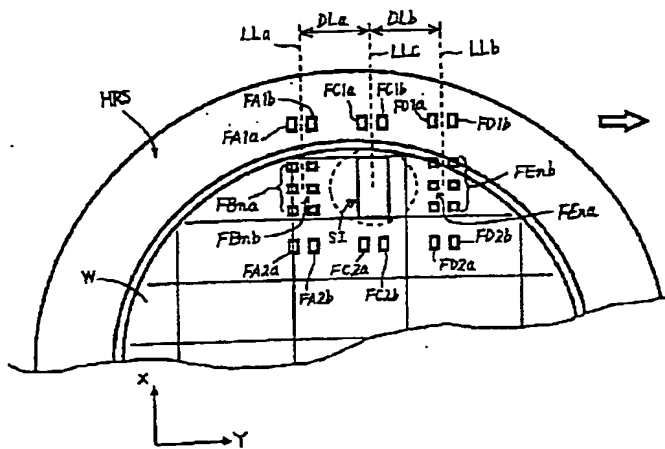
Fig. 6D



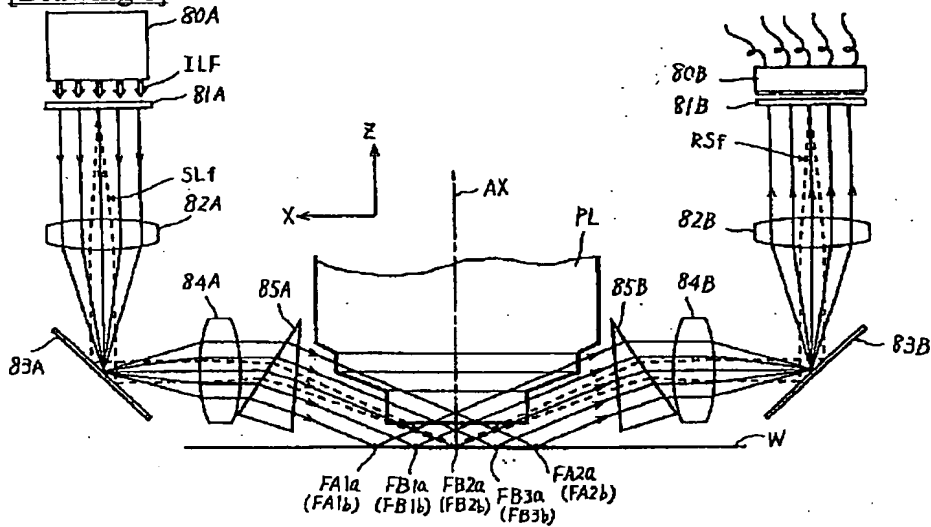
[Drawing 4]



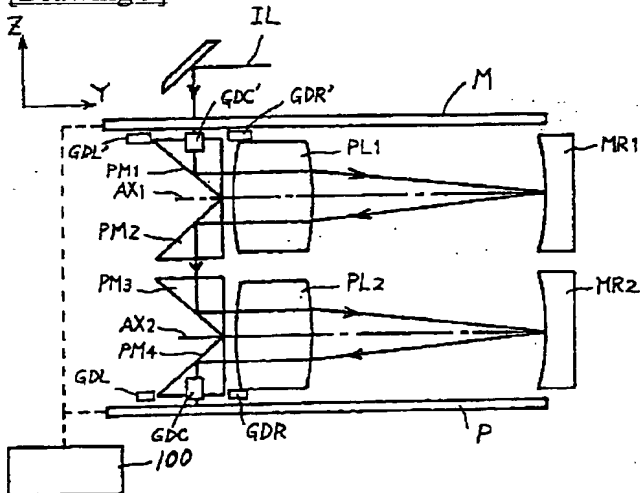
[Drawing 7]



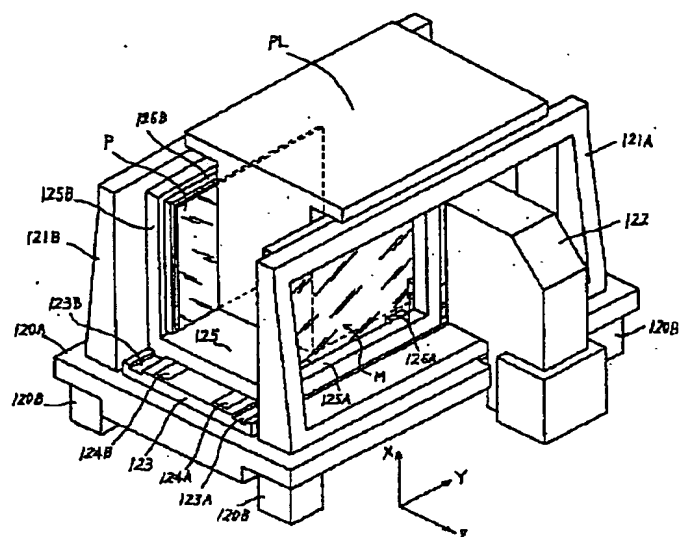
[Drawing 8]



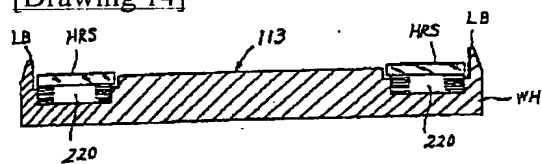
[Drawing 9]



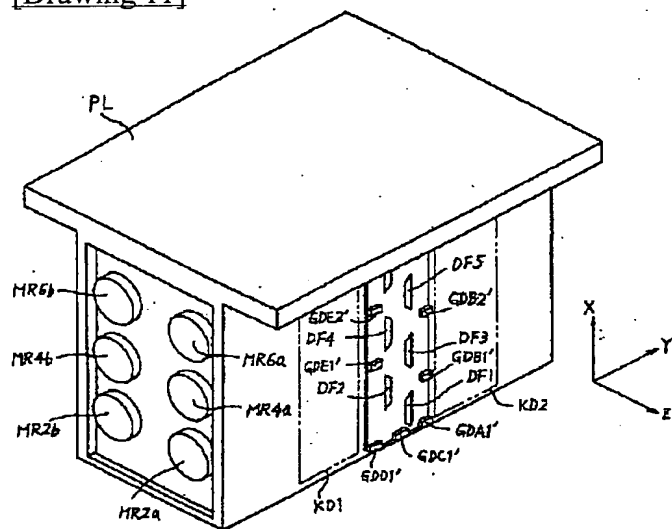
[Drawing 10]



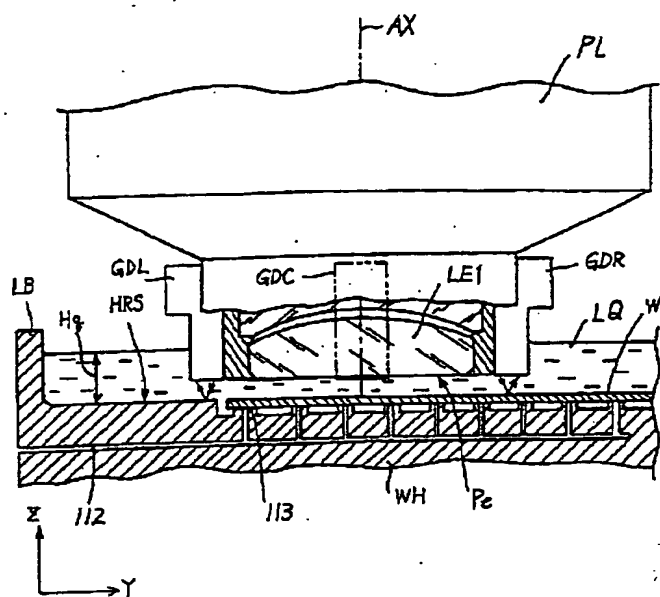
[Drawing 14]



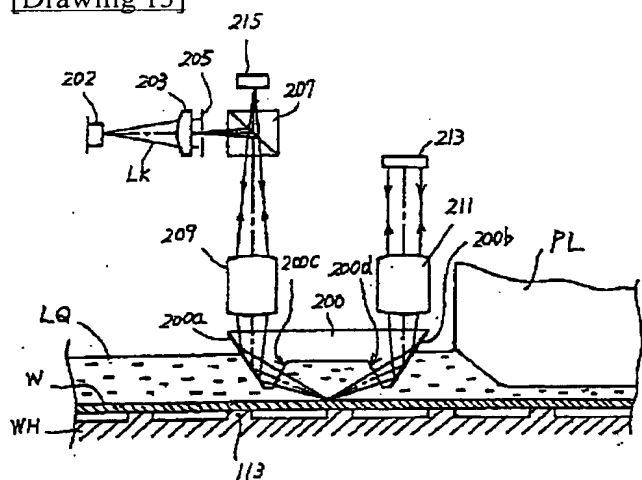
[Drawing 11]



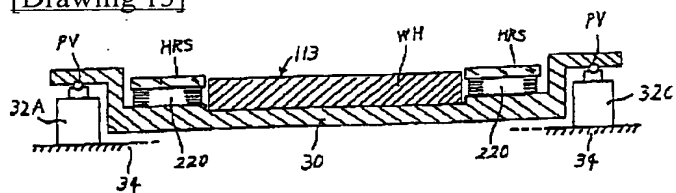
[Drawing 12]



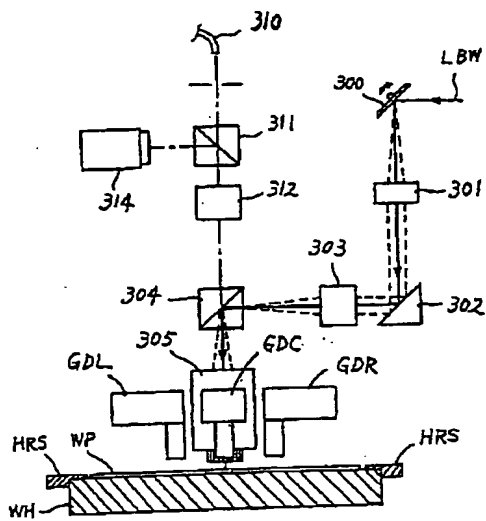
[Drawing 13]



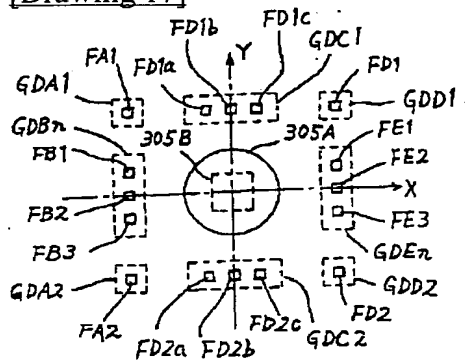
[Drawing 15]



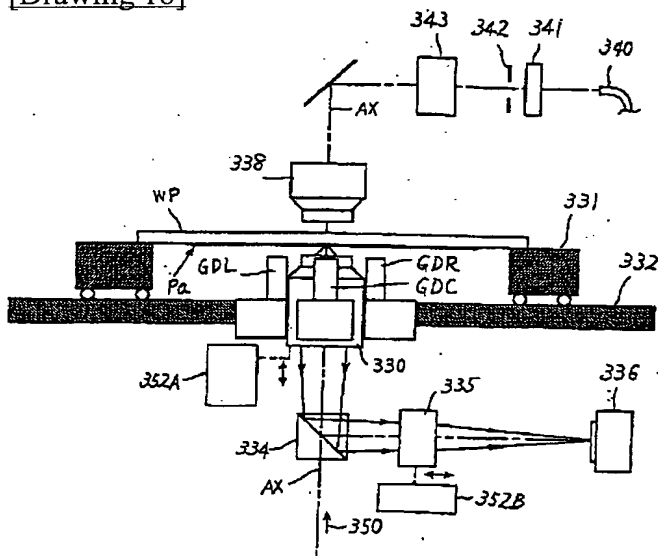
[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Translation done.]